

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ – ΑΛΙΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**«ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ – ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ»**

Μεταπτυχιακή διατριβή

Θέμα: «Η επίδραση του σιτηρεσίου στην ανάπτυξη του διακοσμητικού ψαριού

Archocentrus nigrofasciatus»



Μεταπτυχιακή φοιτήτρια

Κωνσταντίνα Ανδρικοπούλου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ – ΑΛΙΕΙΑΣ

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

- 1) **Γεώργιος Χώτος**, Καθηγητής, Δρ Βιολόγος-Ιχθυολόγος, Τμήμα Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης, Σχολή Τεχνολόγων Γεωπονίας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, **Επιβλέπων**.
- 1) **Ιωάννης Βάτσος**, Λέκτορας, Δρ Ιχθυολόγος, Εργαστήριο Ιχθυολογίας Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, **Μέλος**.
- 2) **Πανταζής Παναγιώτης**, Λέκτορας, Δρ Γεωπόνος-Ιχθυολόγος, Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

*Αφιερώνεται στα παιδιά μου
Κωνσταντίνο και Δανάη
και στον σύζυγο μου Νίκο*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, τον Δρ Γεώργιο Χώτο για την πολύτιμη βοήθειά και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ Βλάχο Νικόλαο, Ιχθυολόγο, MSc, Ε.Τ.Π του τμήματος Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, για την αμέριστη και διαρκή συμπαράστασή του, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση καθώς και για την άμεση βοήθεια που μου παρείχε για την προμήθεια εργαστηριακού υλικού, καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της πειραματικής διαδικασίας, καθώς και για τη συγγραφή της παρούσης εργασίας.

Ευχαριστώ, επίσης τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από τους Δρ Ιωάννη Βάτσο και τον Δρ Παναγιώτη Πανταζή, για τις χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις που μου παρείχαν.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον σύζυγό μου Νίκο και στα παιδιά μου Δανάη και Κωνσταντίνο για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προπάντων κατανόηση και ανοχή, καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	4
Πρόλογος.....	7
Περίληψη	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	9
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
1. Ενυδρείολογία και Διακοσμητικά ψάρια	9
1.1 Ιστορική Αναδρομή	9
1.2 Ενυδρείολογία και Εμπόριο Διακοσμητικών ψαριών	9
1.3 Βιογεωγραφία της Οικογένειας Cichlidae	10
1.3.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	10
1.3.2 Γεωγραφική κατανομή.....	11
1.4 Ζεμπροκηλίδα, <i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	12
1.4.1 Συνθήκες διαβίωσης στο φυσικό περιβάλλον	14
1.5 Ηθολογία αναπαραγωγής.....	15
1.5.1 Γονική Φροντίδα.....	17
1.6 Σπουδαιότητα του είδους για εκτροφή	21
1.7 Διαχείριση και Διατροφικά γνωρίσματα.....	21
1.7.1 Επιλογή τροφής – Κόστος.....	21
1.8 Διατροφή και Θρεπτικά συστατικά των τροπικών ψαριών	26
1.8.1 Διατροφικές συνήθειες, ιχθυοτροφές και διατροφικές απαιτήσεις	26
1.9 Διατροφικές Απαιτήσεις και Φυσιολογία Θρέψης.....	27
1.9.1 Ποιότητα και ποσότητα πρωτεΐνης	27
1.9.2 Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα	30
1.9.3 Βιταμίνες	31
1.9.4 Μέταλλα	32
1.9.5 Υδατάνθρακες και κυτταρίνη.....	33
1.10 Διαχείριση εκτροφής και σιτηρέσιο.....	34
1.11 Σκοπός Πειράματος	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	38
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	38
2.1 Προμήθεια ιχθύων, <i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	38
2.2 Σύστημα εκτροφής και Συνθήκες εκτροφής	38
2.2.1 Παροχή αέρα	42
2.3 Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής	42
2.4 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων	44
2.4.1 Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)	45

2.4.2 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N).....	46
2.4.3 Προσδιορισμός των νιτρωδών ιόντων (NO_2^- -N).....	46
2.5 Χημικές αναλύσεις	47
2.5.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας	47
2.5.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων	47
2.5.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων	49
2.5.3 Προσδιορισμός Τέφρας.....	50
2.6 Μέτρηση μορφομετρικών χαρακτηριστικών	51
2.7 Διαχείριση ενυδρείων	53
2.8 Δείκτες αύξησης των ιχθύων.....	53
2.9 Στατιστική Ανάλυση.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	55
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	55
3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού.....	55
3.2. Στοιχεία ανάπτυξης των ιχθύων-Επιβίωση	57
3.2.1 Επιβίωση	57
3.2.2. Βάρος σώματος	57
3.3 Δείκτες αξιοποίησης της τροφής και των συστατικών της	60
3.3.1 Συντελεστής Μετατρεψιμότητας και Απόδοσης της τροφής.....	60
3.3.2 Συντελεστής αξιοποίησης της πρωτεΐνης -Ημερήσια πρόσληψη ενέργειας.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	62
ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	62
4.1 Συζήτηση.....	62
4.2 Συμπεράσματα.....	68
Abstract.....	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	72

Πρόλογος

Πρωταρχική αιτία για την επιλογή της εν λόγω ερευνητικής μεταπτυχιακής διατριβής, στάθηκε αφενός το ενδιαφέρον που παρουσιάζει ο αναπτυσσόμενος τομέας των ενυδρείων και της εκτροφής των διακοσμητικών ψαριών και αφετέρου το βιβλιογραφικό κενό που υπάρχει για το διακοσμητικό είδος, *Archocentrus nigrofasciatus* της οικογένειας των Cichlidae.

Το γεγονός, ότι ένα τόσο ενδιαφέρον, εμπορικό και συνάμα πανέμορφο είδος, δεν έχει λάβει ιδιαίτερης προσοχής, μας ώθησε στην μελέτη των τροφικών απαιτήσεων της κηλιδοζέμπρας σε ενυδρεία και ιδιαίτερα της επίδρασης του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου, στην ανάπτυξη και επιβίωσή της.

Τα πειράματα διατροφής, πραγματοποιήθηκαν στον άρτια εξοπλισμένο εργαστηριακό χώρο των Ενυδρείων, του τμήματος Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.

Περίληψη

Η εκτροφή διακοσμητικών ψαριών που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα και παρουσιάζουν γονική φροντίδα, εξελίσσεται σε μια νέα και εκθετικά αυξανόμενη βιομηχανία σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει την επίδραση του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην επιβίωση και στο ρυθμό ανάπτυξης της κηχλιδοζέμπρας, *Archocentrus nigrofasciatus*.

60 ψάρια μέσου βάρους 1.08 ± 0.06 g και μέσου μήκους 3.5 ± 0.26 cm τα οποία παρήχθησαν από θηλυκά άτομα του είδους *Archocentrus nigrofasciatus*, σε συνθήκες αιχμαλωσίας, τοποθετήθηκαν σε 6 ενυδρεία των 40 L (10 σε κάθε ενυδρείο). Τα ψάρια διαχωρίστηκαν σε δυο διατροφικές αγωγές (Τροφή Ι, Τροφή ΙΙ) των 30 ατόμων (ανά διατροφική αγωγή), σε θερμοκρασία των 25° C. Οι τροφές που χορηγήθηκαν ήταν συνδυασμός από σύμπληκτα, νιφάδες και κατεψυγμένη τροφή ισοπρωτεϊνικές (40%), τρεις φορές ημερησίως για διάστημα 30 ημερών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, τα ψάρια δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στα σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, σε σχέση με τις νιφάδες στους 25° C, διότι παρουσιάζουν μεγαλύτερο ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR) (2.03 ± 1.05), μεγαλύτερη αύξηση βάρους (WG) (0.87 ± 0.54) και υψηλότερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) (1.61 ± 1.01), εξαιτίας του μικρότερου συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) (1.01 ± 1.06).

Μεγαλύτερη επιβίωση (90%) παρουσίασαν τα ψάρια, όταν τρέφονταν με νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, εξαιτίας της περιορισμένης επιθετικότητας που επέδειξαν και της μικρότερης αναπαραγωγικής δραστηριότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. Ενυδρειολογία και Διακοσμητικά ψάρια

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η διατήρηση ψαριών σε ενυδρεία αποτελεί μια πρακτική τακτική, σε ότι αφορά την κλίμακα του χώρου και του χρόνου. Οι Σουμέριοι πριν 4500 χρόνια, διατηρούσαν ψάρια σε λίμνες, ενώ οι Κινέζοι 2000 χρόνια πριν, ήταν η πρώτοι που διατηρούσαν και αναπαρήγαγαν κυπρίνους σε μικρές λίμνες. Το 1162 μΧ, κατασκευάστηκε στην Κίνα μια δεξαμενή, στην οποία συγκεντρώθηκαν ποικιλίες κυπρίνων με κόκκινη και κίτρινη απόχρωση. Παράλληλα οι αρχαίοι Πολιτισμοί των Ρωμαίων και των Ελλήνων διατηρούσαν και χρησιμοποιούσαν ψάρια για κατανάλωση τροφής. Στην υπόλοιπη Ευρώπη η διατήρηση και η εκτροφή ψαριών άρχισε το 1691(www.wikipedia.org).

Σήμερα το μεγαλύτερο ενυδρείο του κόσμου βρίσκεται στο Ντουμπάι (www.aquatk.com), ενώ το ενυδρείο της Κρήτης είναι από τα καλύτερα ενυδρεία της Ευρώπης και το καλύτερο στα Βαλκάνια (www.cretaquarium.gr).

Τα διακοσμητικά ψάρια συμπεριλαμβάνονται στην πιο δημοφιλή ομάδα κατοικίδιων ζώων μετά τους σκύλους και τις γάτες, ενώ περισσότεροι από 60 εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο, διατηρούν ενυδρεία ή υπαίθριες λίμνες με ψάρια (Βλαχος, 2008).

1.2 Ενυδρειολογία και Εμπόριο Διακοσμητικών ψαριών

Η διατήρηση ψαριών σε ενυδρεία δεν αναπτύχθηκε μόνο για κατανάλωση τροφής αλλά και για ψυχαγωγία. Στα τέλη του εικοστού αιώνα η εξάπλωση της ενασχόλησης με την ενυδρειολογία σε ερασιτεχνικό επίπεδο, ήταν αλματώδης. Τεράστια ποικιλία καλλιεργούμενων ειδών αλλά και κατάλληλα υλικά και μηχανήματα είναι πλέον διαθέσιμα στην παγκόσμια αγορά. Με τα ενυδρεία μπορεί εύκολα να μεταφερθούν και να προσομοιωθούν διαφορετικοί υγρότοποι ανά τον κόσμο όπως για παράδειγμα της νοτιοανατολικής Ασίας, του Αμαζονίου, των λιμνών της Ανατολικής και Δυτικής Αφρικής καθώς και ένα κοραλλιογενή ύφαλο (Βλάχος, 2008).

Η φροντίδα των ενυδρείων και η επιτυχής διατήρηση και αναπαραγωγή υδρόβιων οργανισμών, προκαλεί στους ερασιτέχνες μείωση του stress, ευχαρίστηση, ψυχαγωγία, ενώ παράλληλα αυξάνει την συναισθηματική νοημοσύνη.

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των διακοσμητικών ψαριών θεωρείται ένα μέσο για την αλλαγή κατεύθυνσης στον τομέα της γεωργικής εκμετάλλευσης, τονώνοντας την τοπική οικονομία. Περίπου το 75% των ψαριών ενυδρείων που εισάγονται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, προέρχονται από την Νοτιοανατολική Ασία (Champman et al., 1997), κάτι που αντικατοπτρίζει ένα εμπορικό έλλειμμα ισοζυγίου της τάξης των 34 εκ. δολαρίων. Από τα 1500 είδη περίπου διακοσμητικών ψαριών που εισάγονται ετησίως, το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχονται από ελάχιστα είδη.

Τα 10 κυρίαρχα είδη που εισάγονται είναι: *Poecilia reticulata*, *Paracheiroidon innesi*, *Xiphophorus maculatus*, *Betta splendens*, *Carassius auratus*, *Gyrinocheilus aymonieri*, *Poecilia sphenops*, *Paracheiroidon axelrodi*, *Barbus tetrazona*, *Chana lala*. Τρία από αυτά ανήκουν στην οικογένεια Poeciliidae. Το γκάπι, *Poecilia reticulata* θεωρείται από πολλούς το πιο δημοφιλές ψάρι ενυδρείου που εισάγονται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

1.3 Βιογεωγραφία της Οικογένειας Cichlidae

1.3.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Οι οικογένεια Cichlidae, είναι από τις μεγαλύτερες και πιο σύνθετες οικογένειες με τα περισσότερα είδη διακοσμητικών ψαριών, τα οποία κατέχουν σημαντική θέση στο εμπόριο των διακοσμητικών ψαριών, με αυξημένη εμπορική αξία (Barley & Coleman, 2010). Το convict cichlid (*Archocentrus nigrofasciatus*, ζεμπροκηλίδα), το αγγελόψαρο (*Pterophyllum scalare*), ο δίσκος (*Symphysodon discus*), η κηφοτιλάπια (*Cyphotilapia frontosa*), τα όσκαρ (*Astronotus ocellatus*) και άλλα, αποτελούν τα σημαντικότερα διακοσμητικά είδη ψαριών τα οποία παρουσιάζουν αυξημένη εμπορική αξία.

Εξαιτίας της πληθώρας των ειδών (1300 είδη και 105 γένη), (Rogers, 1995) που απαριθμεί η οικογένεια, παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ειδών, με αποτέλεσμα να μην ταξινομούνται όλα στην ίδια κατηγορία, ως προς την επιθετική συμπεριφορά που παρουσιάζουν κατά την αναπαραγωγική τους διαδικασία (Barley & Coleman, 2010), ενώ ενισχύεται η άποψη να μην τοποθετούνται σε κοινωνικά ενυδρεία.

Τα περισσότερα είδη, της οικογένειας είναι επιθετικά, οριοθετούν μια συγκεκριμένη περιοχή την οποία προστατεύουν με ζήλο (ιδιαίτερα κατά την εποχή της αναπαραγωγής), αλλά υπάρχουν και πολύ ήρεμα είδη τα οποία μπορεί να χαρακτηριστούν ως ντροπαλά, αποτελώντας την ιδανική επιλογή για το κοινωνικό ενυδρείο (Gumm & Itzkowitz,2007).

Το ενδιαφέρον των ενυδρειολόγων (ερασιτέχνες και επαγγελματίες) ολοένα και αυξάνεται για τα είδη της οικογένειας Cichlidae, εξαιτίας των χρωματισμών ή των χαρακτηριστικών σχημάτων που διαθέτουν (Gumm & Itzkowitz,2007). Σε κοινωνικά ενυδρεία που φιλοξενούνται παρατηρείται διαφορετική συμπεριφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψαριών, δίνοντας την εντύπωση ότι διαθέτουν «νοητικές λειτουργίες» (Barley & Coleman,2010).

1.3.2 Γεωγραφική κατανομή

Το μεγαλύτερο μέρος των εκπροσώπων των ειδών της οικογένειας προέρχονται από τα ποτάμια και τις λίμνες της Νότιας και Κεντρικής Αμερικής (Παναμάς, Γουατεμάλα), τις μεγάλες λίμνες της Ανατολικής Αφρικής και σε ποτάμια της Δυτικής Αφρικής (Εικ.1.1). Σε μικρότερο ποσοστό απαντώνται στην Ασία, Βόρεια Αμερική και σε νησιά της Μαδαγασκάρης (Lavery & Keenleyside,1990 ; Barley & Coleman, 2010).



Εικόνα 1.1: Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή των Cichlidae (Πηγή:www.mongabay.com).

Η πολυπλοκότητα τους, εστιάζεται στις διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στα είδη οι οποίες εστιάζονται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, στη συμπεριφορά, στην επιθετικότητα, στα μορφομετρικά χαρακτηριστικά, στην

αναπαραγωγική δραστηριότητα, στις διατροφικές συνήθειες και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού εκτροφής (Grant et al., 2000).

Το ενυδρείο με κηλίδες πρέπει να είναι μεγάλης χωρητικότητας ώστε να υπάρχει έντονη κολυμβητική δραστηριότητα μεταξύ των ψαριών και με βράχους ώστε να χρησιμοποιούνται για φωλιές. Ο τύπος των διακοσμητικών που θα προστεθούν στο ενυδρείο (ρίζες ξύλων, φυτά, πέτρινες κατασκευές, κελύφη σαλιγκαριών, κελύφη οστράκων κλπ), εξαρτάται από το φυσικό περιβάλλον που ζει το εκάστοτε είδος και πρόκειται να «φιλοξενηθεί» στο ενυδρείο (Βλάχος, 2008). Συνήθως, τα περισσότερα μέλη της οικογένειας των κηλίδων, αρέσκονται να ζουν σε θερμοκρασίες νερού που κυμαίνονται κατά μέσο όρο από 20⁰C έως 27⁰C (Robert & Keenleyside, 1990), εξαίρεση αποτελεί το είδος *Symphysodon discus*, όπου η θερμοκρασία διαβίωσης και αναπαραγωγής είναι 30-31⁰C.

1.4 Ζεμπροκηλίδα, *Archocentrus nigrofasciatus*

Η ζεμπροκηλίδα, *Archocentrus nigrofasciatus* (Εικ.1.2), ανήκει στα περκόμορφα (Πιν.1.1), είναι ένα από τα πρώτα διακοσμητικά είδη ψαριών που εισήχθηκε στο χώρο των ενυδρείων, γνωστή με την κοινή εμπορική ονομασία convict cichlid (Lavery & Keenleyside, 1990). Τα εντυπωσιακά χρώματα, οι συνήθειες ζευγαρώματος, το σχήμα του, το συνιστούν ένα από τα πιο δημοφιλή διακοσμητικά ψάρια ενυδρείων (Barley & Coleman, 2010). Είναι φιλήσυχο, γονοχωριστικό, με αυξημένη γονική φροντίδα. Το μήκος ενός ώριμου αρσενικού κυμαίνεται από 15 cm έως 25 cm, ενώ το θηλυκό, είναι λίγο μικρότερο (περίπου 10cm), (Bernstein, 1980).

Το συγκεκριμένο είδος αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους εκπροσώπους της οικογένειας των Cichlidae ενώ ως προς τον διατροφικό του τύπο χαρακτηρίζεται παμφάγο (Yamamoto & Tagawa, 2000 ; Verhoef-Verhallen, 2003) και απαντάται όπως έχει αναφερθεί στις λίμνες και ποταμούς τις κεντρικής Αμερικής (Lehtonen & Lindstrom, 2008).

Πίνακας 1.1: Συστηματική κατάταξη του είδους *A. nigrofasciatus*, (Πηγή: Βλάχος, 2008).

Συστηματική κατάταξη	
Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Κλάση:	Actinopterygii
Τάξη:	Perciformes
Οικογένεια:	Cichlidae
Γένος:	Archocentrus (Schmitter-Soto 2007)
Είδος:	<i>A. nigrofasciatus</i>
<i>Archocentrus nigrofasciatus</i> (Günther, 1867)	



Εικόνα 1.2: *Archocentrus nigrofasciatus* (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011)

1.4.1 Συνθήκες διαβίωσης στο φυσικό περιβάλλον

Το *A. nigrofasciatus* είναι ενδημικό είδος που ζει στις λίμνες και τα ποτάμια της κεντρικής Αμερικής (Εικ.1.3), σε ελαφρώς τρεχούμενα νερά και συνήθως απαντάται σε περιοχές όπου έχουν δημιουργηθεί μικρές σπηλιές από πέτρες ή βυθισμένα κλαδιά (Rogers,1993). Ζει σε μετρίως όξινα ή ελαφρώς αλκαλικά νερά (6,6-7,5). Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα να επιβιώνει σε ηφαιστειογενείς λίμνες σε υψόμετρο 1500m (Gumm & Itzkowitz, 2007).

Οι Barley & Coleman (2010), στην ερευνά τους μελέτησαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού στο φυσικό περιβάλλον της κηλιδοζέμπρας, δηλαδή το pH (6.6-7.8), την αλκαλικότητα (63-77 ppm CaCO_3) και τη θερμοκρασία (20-28 °C).

Επίσης, σε συνθήκες εκτροφής, τα επίπεδα της ολικής αμμωνίας (T.A.N), των νιτρωδών ιόντων (NO_2^- -N), είναι μηδενικά, ενώ η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N) θα πρέπει να είναι της τάξης των 10 έως 20 ppm, προκειμένου να διασφαλίζεται η άριστη λειτουργία του βιολογικού φίλτρου (Yamamoto & Tagawa, 2000 ; Vlachos et al., 2004 ; Vlachos et al., 2008).



Εικόνα 1.3: *A.nigrofasciatus* στο φυσικό περιβάλλον (πηγή: www.tsamisaquarium.gr)

1.5 Ηθολογία αναπαραγωγής

Το *Archocentrus nigrofasciatus*, ανήκει στην κατηγορία των διακοσμητικών ψαριών, που αναπαράγονται με γοργούς ρυθμούς, παρουσιάζοντας αυξημένη προσαρμοστικότητα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχημένη και ελεγχόμενη αναπαραγωγή τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και σε ελεγχόμενες συνθήκες, είναι ο έλεγχος της ποιότητας του νερού (Lavery & Keenleyside, 1990).

Η κηχλιδοζέμπρα (convict cichlid), παρουσιάζει αυξημένη ανθεκτικότητα, επιβίωση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή σε σχετικά μεγάλο εύρος οριακών συνθηκών, όπως για παράδειγμα στην σκληρότητα νερού, 1-20°dH, στη θερμοκρασία νερού, 20-29°C και σε pH, 6,5 -7,5 (Vlachos et al., 2008).

Όταν τα ψάρια εισέρχονται στην περίοδο αναπαραγωγής γίνονται επιθετικά (Rathasapathi et al., 1992), οριοθετούν και προστατεύουν την περιοχή ωοτοκίας, κατασκευάζοντας τη φωλιά τους, για την εναπόθεση των αυγών (Rogers, 1995). Σε συνθήκες αιχμαλωσίας η σεξουαλική ωρίμανση αρχίζει σε ηλικία 100-120 ημερών, ενώ το μέγιστο μέσο ολικό μήκος του θηλυκού είναι 15 cm και του αρσενικού 10 cm. (Gumm & Itzkowitz, 2007 ; Barley & Coleman, 2010).

Η επιτυχία της αναπαραγωγής διασφαλίζεται με τη διατήρηση και διαμονή των ψαριών σε ενυδρεία (Εικ.1.4), χωρίς όμως να συνυπάρχουν με άλλα είδη ψαριών ή άλλα άτομα του ίδιου είδους (Lavery & Keenleyside, 1990 ; Rogers, 1995).



Εικόνα 1.4: Χώρος αναπαραγωγής κηχλιδοζέμπρας (Πηγή: Βλάχος, 2008)

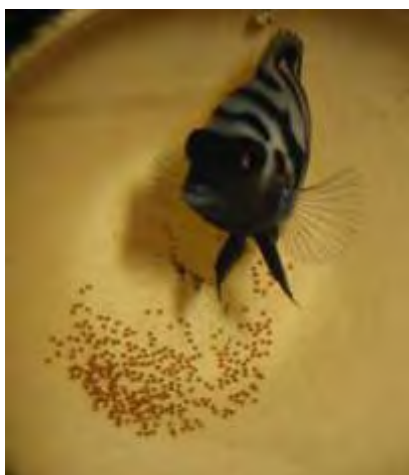
Ο μέγιστος αριθμός των ψαριών σε ενυδρεία αναπαραγωγής μεγάλου όγκου (>100L), είναι, τουλάχιστον δύο ζευγάρια, σε σχέση με τα μικρότερου όγκου ενυδρεία (< 80L) όπου είναι ένα μόνο ζευγάρι. Η συνήθης αναλογία αρσενικού : θηλυκού είναι 1♂:1♀ (για ενυδρεία 40-80L) ή 1♂:3♀ (για ενυδρεία >100L). Σε περίπτωση, που στο ίδιο το ενυδρείο τοποθετηθούν περισσότερα από ένα ζευγάρια

(τουλάχιστον δύο), τότε το καθ' ένα ελέγχει μια συγκεκριμένη περιοχή στο ενυδρείο για να ωοτοκήσει, (Rogers,1995).

Στα ενυδρεία αναπαραγωγής προστίθενται φυτά, παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις οι ρίζες των φυτών ξεθάβονται από τον πυθμένα του ενυδρείου ή τα περισσότερα είναι τραυματισμένα και φαγωμένα από τα ψάρια (Robert & Keenleyside,1990). Ο επιπρόσθετος εξοπλισμός διακόσμησης για την κατασκευή χώρων αναπαραγωγής, περιλαμβάνει πέτρες, κεραμικά υλικά ή διάφορες τεχνητές κατασκευές από πολυουρεθάνη (Εικ.1.5), παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις αρσενικό και θηλυκό, σκάβουν μικρούς λάκκους, στον πυθμένα του ενυδρείου, για να εναποθέσουν τα αυγά (Πιν.1.2) (Lavery & Keenleyside, 1990).

Πίνακας 1.2 Αναπαραγωγικοί χαρακτήρες του *A. nigrofasciatus*.

Αναπαραγωγικοί χαρακτήρες	
Ολικό μήκος (T.L)	15 cm
Επιφάνεια ωοτοκίας	0,03 cm ²
Υπόστρωμα ενυδρείου	Χαλίκι-λάβρα
Αναλογία αρσενικού-θηλυκού	1♂:1♀ ή 1:♂ 3♀
Υπόστρωμα εναπόθεσης αυγών	Κεραμικό υλικό, ρίζες, πέτρες
Κολυμβητική ικανότητα	Άριστη
Γονική Φροντίδα	Αυξημένη
Τύπος γονικής φροντίδας	Επιτήρηση φωλιάς
Μονογαμικό	Όχι



Εικόνα 1.5: Προστασία των γονιμοποιημένων αυγών από το θηλυκό άτομο (Πηγή: Βλάχος, 2008).



Η διατροφή και η διαθεσιμότητα του σιτηρεσίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας

Εικόνα 1.6: Προστασία νεοεκκολαπτόμενων ιχθυδίων από τους γεννήτορες (Πηγή: Βλάχος, 2008).

που επηρεάζει την συχνότητα αναπαραγωγής (Townsheand & Wooton, 1985), και τον αριθμό των παραγόμενων αυγών και τον ρυθμό εκκόλαψης των ψαριών (Wooton, 1982). Ο αριθμός των αυγών εξαρτάται κυρίως από το σωματικό βάρος του θηλυκού. Για παράδειγμα, θηλυκός γεννήτορας μέσου βάρους 3.5 gr μπορεί να παράγει μέχρι 188 αυγά. Η διάρκεια επώασης είναι 3 ημέρες ή 72 ώρες, ενώ η διάρκεια απορρόφησης του λεκιθικού σάκου ορίζεται στις 3 ημέρες (Lavery & keenleyside, 1990).

Οι Lavery & Keenleyside (1990) και Rogers (1995), στην έρευνά τους αναφέρουν ότι όταν τα νεαρά ιχθύδια εποπτεύονται από το θηλυκό, ο αρσενικός γεννήτορας δεν συμμετέχει στην επιτήρηση, εγκαταλείποντας τη φωλιά (Εικ.1.6), χωρίς να αναταράσσει την ισορροπία γιατί η προστασία μόνο από το θηλυκό είναι πλήρης και επαρκής (Townshend & Wooton, 1985).

1.5.1 Γονική Φροντίδα

Η γονική φροντίδα περικλείει όλες εκείνες τις ενέργειες και δράσεις από την έναρξη του λεκιθοφόρου νυμφικού σταδίου μέχρι ότου τα νεαρά και αναπτυσσόμενα ιχθύδια αρχίζουν να διατρέφονται εξωγενώς (προστασία, διατροφή και ανατροφή των ψαριών), (Gross & Sargent, 1985).

Πολλά είδη ψαριών συμβάλουν στην πρόωπη ανάπτυξη των προνυμφών αερίζοντας τα αυγά τους με ποικίλους τρόπους. Οι Zoran et al., (1983) αναφέρουν ότι τα ψάρια που επωάζουν στοματικά τα αυγά, καθ' όλη τη διάρκεια της επώασης τα αερίζουν με ένα παθητικό τρόπο, κρατώντας το στόμα τους ανοικτό επιτρέποντας την εισροή μιας απαλής ροής του νερού στα έμβρυα.

Τα είδη *Etroplus maculates*, *Archocentrus nigrofasciatus*, *Pterophyllum scalare*, *Symphysodon aequifasciatus*, *Boulengerochromis microlepis*, *Cichlasoma sajica*, *Cichlasoma septemfasciatum*, *Cichlasoma spilurum*, *Cichlasoma spinosissimus*, *Cichlasoma citrinellus*, *Cichlasoma longimanus*, *Cichlasoma carpinite*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Cichlasoma managuense*, *Nannodopsis octofasciatum*, *Nannodopsis salvini*, *Cichlasoma bifasciatum*, *Herotilapia multipinosa* ανήκουν στην

κατηγορία των ψαριών που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα (Zoran et al., 1983 ; Keenleyside, 1991; Smith & Wooton, 1993 ; Lehtonen & Lindstrom, 2008 ; Nakazawa & Yamamura, 2009) αναπτύσσοντας γονική φροντίδα.

Τα περισσότερα ψάρια που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα τα αερίζουν, μέσω της συνεχόμενης κίνησης του θωρακικού, κοιλιακού, εδρικού και ουραίου πτερυγίου πάνω από τη μάζα των αυγών ή των νεαρών ιχθυδίων απομακρύνοντας την εναπόθεση ιζημάτων (Blumer, 1979). Παρατηρήσεις σε ότι αφορά στη φροντίδα του είδους *Etroplus maculatus*, κατά τη διάρκεια της επώασης το ψάρι κατά τη διαδικασία αερισμού των αυγών επιδεικνύει δυο διαφορετικούς τρόπους αερισμού των αυγών τον παθητικό και τον ενεργητικό.

Ο Daykin (1965) (από Zoran et al., 1983) αναφέρουν ότι: τα αυγά που εναποτίθενται σε υπόστρωμα από τα ψάρια, ενεργούν ως υποδοχείς οξυγόνου επειδή τα επίπεδα οξυγόνου στην επιφάνεια του αυγού είναι χαμηλότερο απ' ότι στο περιβάλλον νερό. Η διαδικασία αερισμού στα ψάρια που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα, σχεδιάστηκε για να μεγιστοποιήσει την επιτυχία της αναπαραγωγής (Sargent & Gebler, 1980). Κατά τη διάρκεια της γονικής φροντίδας τα είδη *Etroplus maculatus* και *Archocentrus nigrofasciatus*, διαφοροποιούν τη δραστηριότητα του αερισμού, προκειμένου να αντιμετωπίσουν καταστάσεις απρόοπτης ωτοκίας, επιτρέποντας τη μεγιστοποίηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας (Zoran et al., 1983 ; Zworykin et al., 2000).

Η διαδικασία αερισμού των αυγών συνίσταται στην ακόλουθη συστηματική σειρά ενεργειών, οι οποίες περιγράφονται από: το σκάψιμο, τον ενεργό αερισμό των αυγών, τον παθητικό αερισμό των αυγών, την εποπτεία των αυγών και την επιθετική αλληλεπίδραση με το αρσενικό (Wyman & Ward 1973 ; Zoran et al., 1983 ; Zworykin et al., 2000 ; Gumm & Itzkowitz, 2007 ; Lehtonen & Lindstrom, 2008).

Σκάψιμο (Σ): Είναι η συμπεριφορά η οποία χαρακτηρίζεται από την προσέγγιση, την επαφή και την απομάκρυνση του υποστρώματος (χαλικιού) με το στόμα. Η ενέργεια συνίσταται συνήθως στην κατασκευή της φωλιάς (κοιλωμάτων) για την εναπόθεση των αυγών.

Ενεργός αερισμός (Ε.Α): Είναι η συμπεριφορά κατά την οποία τα ψάρια χτυπούν έντονα και απότομα τα θωρακικά πτερύγια προκαλώντας ορατές κινήσεις πάνω από τα αυγά σε χρόνο 4,34 παλμούς /sec. Το ουραίο πτερύγιο και τα οπίσθια τμήματα του ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου ακολουθούν κυματοειδή κίνηση ώστε να,

αντισταθμίζεται η κίνηση του θωρακικού πτερυγίου. Η απόσταση του θωρακικού πτερυγίου από τα αυγά είναι περίπου 1 cm, χωρίς να αποκλείεται η επαφή του με τα αυγά (Εικ.1.7).

Παθητικός αερισμός (Π.Α): Είναι η συμπεριφορά κατά την οποία τα ψάρια προκαλούν με τα θωρακικά πτερύγια πιο αργό αερισμό σε χρόνο 1,63 παλμούς / sec, ενώ μπορεί να προκαλέσει μετακίνηση των αυγών. Το ουραίο πτερύγιο και τα οπίσθια τμήματα του ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου δεν ακολουθούν κυματοειδή κίνηση ώστε να, αντισταθμίζεται η κίνηση του θωρακικού πτερυγίου. Η απόσταση των ψαριών από τα αυγά κυμαίνεται από 1 cm έως 4 cm, ενώ ο ουραίος μίσχος και το πτερύγιο κάμπτονται προς το εσωτερικό της πλευράς ωτοκίας (Εικ.1.7).

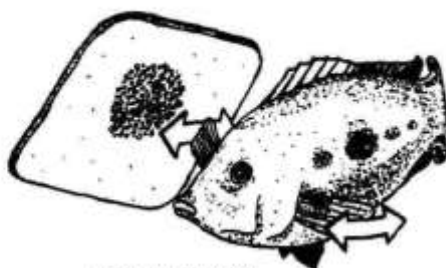
Εποπτεία αυγών (Ε.Α): Είναι η συμπεριφορά όπου οι γεννήτορες κολυμπούν κοντά στα αυγά και τα παρατηρούν. Συχνά κολυμπούν σε απόσταση 3 – 4 cm πάνω από τα αυγά και τα εποπτεύουν.

Επιθετική αλληλεπίδραση με τα γειτονικά ψάρια (Α.Ν): Είναι η συμπεριφορά σύμφωνα με την οποία οι γεννήτορες αναπτύσσουν επιθετική συμπεριφορά προς τα γειτονικά ενυδρεία. Για παράδειγμα η γρήγορη και απότομη κολύμβηση, η προσπάθεια εκτόπισης των ψαριών των διπλανών ενυδρείων και επαναλαμβανόμενες περιστροφικές κινήσεις.

Επιθετική αλληλεπίδραση με το «ταίρι» του (Α.Μ): Είναι η συμπεριφορά που εκδηλώνεται κατά τη διάρκεια της γονικής φροντίδας και από τους δυο γεννήτορες, όπως για παράδειγμα η γρήγορη και απότομη κολύμβηση, η προσπάθεια εκτόπισης του ψαριού και επαναλαμβανόμενες περιστροφικές κινήσεις, χωρίς να απομακρύνεται το ένα από τα δυο άτομα.



ΕΝΕΡΓΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ



ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Εικόνα 1.7 Η θέση του σώματος και οι κινήσεις των πτερυγίων κατά τη διάρκεια του ενεργού και παθητικού αερισμού. Τα βέλη αντικατοπτρίζουν την ένταση των κινήσεων των πτερυγίων (Πηγή: Zoran et al., 1983).

1.6 Σπουδαιότητα του είδους για εκτροφή

Η οργάνωση μιας τυπικής καλλιέργειας διακοσμητικών ψαριών στηρίζεται σε τεχνικές και πρακτικές που εφαρμόζονται κυρίως από ερασιτέχνες ενυδρείων. Ανάμεσα στα πιο δημοφιλή είδη της παγκόσμιας βιομηχανίας των διακοσμητικών ψαριών, το είδος *A. nigrofasciatus* (κν.convict cichlid, zebra cichlid, ζέμπροκηχλίδα), κατέχει την πρώτη θέση, στις προτιμήσεις των ενυδρείοφιλων καταναλωτών.

Η εμπορικότητά του, οφείλεται κυρίως στο σχήμα του, στο χρωματισμό και στην εμπορική του αξία. Το κόστος αγοράς του ψαριού εξαρτάται από τη διαθεσιμότητά του, η οποία καθορίζει και την τελική τιμή. Για παράδειγμα η ζέμπροκηχλίδα (*A.nigrofasciatus*) που αλιεύεται από άγριους πληθυσμούς κοστίζει ακριβότερα σε σχέση με τα εκτρεφόμενα άτομα. Η διαφορά στην τιμή μπορεί να είναι της τάξης των 10 έως 15€. Στα ενήλικα άτομα η μέση τιμή πώλησης κυμαίνεται από 5 έως 15 €, στα μικρότερα άτομα η τιμή πώλησης κυμαίνεται από 4€ έως 10€ (Βλάχος, 2008).

1.7 Διαχείριση και Διατροφικά γνωρίσματα

1.7.1 Επιλογή τροφής – Κόστος

Οι τροφές που χρησιμοποιούνται για τα διακοσμητικά ψάρια είναι 10 έως 60 φορές ακριβότερες σε σχέση με τις τροφές που προορίζονται για υδατοκαλλιέργειες εδωδιμων ψαριών. Οι περισσότερες τροφές στοχεύουν σε ένα είδος διακοσμητικού ψαριού σε σχέση με τις τροφές των εδωδιμων ψαριών. Οι τροφές για διακοσμητικά ψάρια πωλούνται σε μικρότερες συσκευασίες, με τη μεγαλύτερη να είναι μισό κιλό, σε αντίθεση με τις τροφές υδατοκαλλιέργειας, όπου η μικρότερη συσκευασία είναι 22 kg (Tamaru & Ako, 2000).

Η επιλογή μιας τροφής γίνεται με βασικό στόχο την ανάπτυξη και την επιβίωση των ψαριών. Τα ψάρια επιλέγουν τις τροφές και σπεύδουν να καταβροχθίσουν αυτές που προτιμούν με μεγαλύτερη όρεξη. Επίσης τρέφονται με μεγαλύτερο σθένος και για περισσότερη ώρα αν τους αρέσει η τροφή. Ο τύπος της τροφής και κατ' επέκταση το σιτηρέσιο που χορηγείται στα ψάρια πρέπει να είναι ελκυστικό, προκειμένου να καταναλώνεται σε τακτό χρονικό διάστημα και να διασφαλίζει την υγεία και την ανάπτυξη του ζώου. Η επιλογή της τροφής από το ζώο

εξαρτάται επίσης από τα επιμέρους συστατικά της ελκυστικότητας, τα οποία είναι η ένδοση στη μάσηση, η ορεκτικότητα και η γευστικότητα της τροφής (Ζέρβα και συν., 2000 ; Παπουτσόγλου, 2008). Τα αποτελέσματα της έρευνας των Tamara & Ako (2000) που έγιναν σε 8 διαφορετικές τροφές για κόι, δείχνουν ότι οι τροφές με μεγαλύτερη ελκυστικότητα οδηγούν σε καλύτερη ανάπτυξη των ψαριών.

Η ελκυστικότητα των τροφών εξαρτάται από την ποσοστιαία σύσταση των τροφών και σύμφωνα με τους Tamara & Ako (2000), Sales & Janssens (2003), για τα διακοσμητικά ψάρια θα πρέπει να κυμαίνεται από: 25-40% πρωτεΐνες, 2-7% λιπαρά, 2-5 % υδατάνθρακες, 10-12% τέφρα και 7- 12% υγρασία.

Τα βέλτιστα επίπεδα πρωτεΐνης στη διατροφή των ψαριών, επηρεάζονται από τη διατροφική ισορροπία πρωτεΐνης και ενέργειας, τη σύνθεση των αμινοξέων, την πεπτικότητα των πρωτεϊνών και τη διαθεσιμότητα των υδατανθράκων στην τροφή, (Wilson, 2002). Οι υδατάνθρακες αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας για τους ζωικούς οργανισμούς, ωστόσο η αξιοποίησή τους από τα ψάρια παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες, εξαιτίας της χαμηλής πεπτικότητας που παρουσιάζουν ορισμένοι υδατάνθρακες (Καραλάζος, 2008). Παρόλο, που υπάρχουν τα κατάλληλα ένζυμα για την πέψη των υδατανθράκων (αμυλάση) στα ψάρια, η ενεργότητά τους ποικίλει. Στα σαρκοφάγα είδη ψαριών παρατηρείται χαμηλή ικανότητα αξιοποίησης των υδατανθράκων, σε σχέση με τα φυτοφάγα που είναι μεγαλύτερη. Σε πολλά θερμοφιλά ψάρια, όπως για παράδειγμα το Αφρικανικό γατόψαρο *Clarias gariepinus*, οι υδατάνθρακες δεν απορρίπτονται εντελώς, αλλά είναι μερικώς εκμεταλλεύσιμοι (Pantazis, 2005). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποίησε ο Pantazis (2005), τα επίπεδα των υδατανθράκων για το *Clarias gariepinus*, κυμαίνονται από 26-32% και ήταν υψηλότερα από προηγούμενες έρευνες (16-18%) για το ίδιο είδος και υψηλότερα από άλλα σαρκοφάγα είδη ψαριών (τσιπούρα, λαυράκι, σολομοειδή).

Επίσης, έχει αποδεχθεί ότι μια διατροφή με έλλειψη ή περίσσεια ενέργειας μειώνει το ρυθμό ανάπτυξης του ψαριού. Η έλλειψη ενέργειας οδηγεί στη χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης ως πηγή ενέργειας, για τη συντήρηση και ανάπτυξη του ψαριού. Μια διατροφική αγωγή με περίσσεια ενέργειας σε σύγκριση με την πρωτεΐνη οδηγεί σε μείωση της τροφοληπτικής ικανότητας του ψαριού, με αποτέλεσμα να λαμβάνει λιγότερα ποσοστά πρωτεΐνης και άλλων θρεπτικών συστατικών, απαραίτητα για την ανάπτυξη του οργανισμού (NCR, 1993).

Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του ψαριού (στάδιο νεαρού και αναπτυσσόμενου ιχθυδίου), ηλικίας 30 ημερών περίπου, η επιλογή της τροφής που θα χορηγηθεί αρχικά στα ιχθύδια, εξαρτάται από το μέγεθος του στόματος της προνύμφης ψαριού (Kraul, 2006). Η τροφή που συνήθως προτιμούν τα ψάρια στο στάδιο αυτό, εξαρτάται από τις διατροφικές ανάγκες του είδους, οι οποίες συνήθως καλύπτονται με ζωοπλαγκτόν, διάφορα κωπήποδα, τροχόζωα (rotifers), artemia και διάφορα φύκια (Kraul, 2006). Μερικές προνύμφες ψαριών έχουν χαμηλές απαιτήσεις για ζωντανή τροφή, εξαιτίας του μεγάλου στόματος. Στα ψάρια αυτά, συνίσταται η χορήγηση εμπλουτισμένης artemia με πολύ-ακόρεστα λιπαρά (HUFAs).

Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής είναι βραχυπρόθεσμα, διότι αποθηκεύουν αρκετά από τα λιπαρά οξέα στα αυγά τους, με αποτέλεσμα οι προνύμφες να διπλασιάζουν το βάρος τους, πριν εξαντλήσουν τα αποθέματά τους (Kraul et al., 1992). Παρόλο που η χορήγηση artemia αυξάνει την απόδοση και το αποτέλεσμα της εκτροφής, μπορεί να χορηγηθούν ως τροφή κωπήποδα και rotifers.

Οι περισσότερες προνύμφες θαλασσινών ψαριών, χρειάζονται μικρότερη σε μέγεθος από την artemia τροφή σε αντίθεση με τα περισσότερα τροπικά ψάρια γλυκού νερού, τα οποία αρέσκονται στην κατανάλωση artemia (Kraul, 2006). Τα είδη των ψαριών που προτιμούν μεσαίου έως μικρού μεγέθους τροφή στα αρχικά στάδια ανάπτυξης είναι τα : *Mugil chephalus*, *Polydactylus sexfilis*, *Seriola dorsalis*, *Seriola rivoliana*, *Caranx ignobilis* και ο τόνος *Katsuwonis pelamis* (Kraul, 2006).

Η τελική παραγωγή σε κιλά του *Seriola rivoliana*, αυξάνεται κατά 20%, όταν στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, χορηγούνται ως τροφή κωπήποδα, σε αντίθεση με εκείνα, τα οποία δεν χορηγούνται κωπήποδα, με αποτέλεσμα η τελική παραγωγή είναι μικρότερη κατά 10% (Kraul et al., 1992 ; Kraul, 2006).

Ιχθύδια με μικρότερο μέγεθος στόματος, απαιτούν μικρότερες σε μέγεθος τροφές από τα rotifers. Στα είδη των ψαριών συγκαταλέγεται το τροπικό αγγελόψαρο *Centropyge loricula*, το οποίο για διάστημα 10 ημερών τρέφεται με ναύπλιους κωπηπόδων (McKinnon et al., 2003).

Τα διακοσμητικά είδη, *Poecilia reticulata*, *Paracheiroidon innesi*, *Betta splendens*, *Labeotropheus trewavasa*, *Pseudotropheus zebra*, *Julidochromis ornatus*, *Symphysodon aequifasciata*, *Batia macracantha*, *Rasbora heterom*, *Pterophyllum scalare*, *Xiphophorus helleri*, *Barbus nigrofasciatus*, *Corydoras aeneus*, *Carassius auratus*, *Macropodus opercularis*, *Amphiprion ocellaris*, *Amphiprion percula*,

Rhinecanthus aculeatus, *Archocentrus nigrofasciatus*, αρέσκονται να τρέφονται με λάρβες κουνουπιών, κωπήποδα, artemia, σκουλήκια, εξαιτίας του μεγέθους της στοματικής κοιλότητάς τους (Scott, 1988 ; Axelrod & Sweeney, 1992 ; Verhoef-Verhallen, 2003 ; Sandford, 2004 ; Garcia-Ulloa & Gomez-Romero, 2005 ; Maitre-Allain & Piednoir, 2009 ; Barley & Coleman, 2010).

Σε συνθήκες αιχμαλωσίας, η ζωντανή τροφή με προνύμφες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των περισσότερων διακοσμητικών ψαριών, περιορίζεται στα μακροζωοπλαγκτονικά είδη *Daphnia*, *Artemia* και *Moina*, σε συνδυασμό με τεχνητές τροφές νιφάδες και σύμπηκτα του εμπορίου (Lim & Wong, 1997 ; Luna – Figuerora et al., 2000).

Χαμηλότερα ποσοστά ανάπτυξης και επιβίωσης στα νεαρά αγγελόψαρα παρατηρείται όταν τρέφονται μόνο με τεχνητές τροφές. Ο συνδυασμός τεχνητών (νιφάδες, σύμπηκτα) και ζωντανών τροφών ή κατεψυγμένων ή νωπών έχουν καλύτερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη και επιβίωση του ψαριού (Luna – Figuerora, 1999 ; Hofer, 1985 ; Ortega – Salas et al., 2009).

Σύμφωνα με τους Reyes & Bustamante (1999), η διατροφή επιδρά στην ανάπτυξη και στην αναπαραγωγική δραστηριότητα των ψαριών ενυδρείου ενώ ο ρόλος της ζωντανής τροφής ενισχύει τους παράγοντες αυτούς. Η παροχή ζωντανής τροφής (*rotifer* και *Daphnia magna*) συμβάλει στην καλύτερη ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*Carassius auratus*), του μονομάχου (*Betta splendens*) και του γκουράμι (*Trischogaster trichopterus*), σε αντίθεση με τη χορήγηση νιφάδων ή σε συνδυασμό με ασπράδι αυγού, η οποία οδηγεί σε μικρότερα ποσοστά αύξησης των νεαρών και αναπτυσσόμενων ιχθυδίων.

Οι Figuerora et al (1977), έδειξαν ότι η συχνότητα ωτοκίας και η επιβίωση στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του αγγελόψαρου, αυξάνονται όταν στα νεαρά και αναπτυσσόμενα αγγελόψαρα χορηγείται ζωντανή τροφή (*Daphnia pulex*), σε σχέση με εκείνα τα οποία διατρέφονταν με νιφάδες εμπορίου τα οποία παρουσίασαν τη μικρότερη ανάπτυξη.

Οι διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών, διαφέρουν μεταξύ κάποιων παραγόντων, όπως η σχέση που υπάρχει μεταξύ της τροφής και του σταδίου ανάπτυξης του ψαριού και συνεπώς η περιεκτικότητα της διατροφής σε θρεπτικά συστατικά για τη σίτιση των προνυμφών, διαφέρει σε σχέση με την τροφή που

απαιτείται για αναπαραγωγή και ανάπτυξη των ιχθυδίων (Ricker, 1979 ; Perez et al., 2002 ; Luna – Figuerora, 2003).

Οι Bahadır-koca et al (2009), μελέτησαν την ανάπτυξη και επιβίωση στο αγγελόψαρο, μέσου βάρους $0,73 \pm 0,02$ g, χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες διατροφικές αγωγές: Εμπορικά σύμπηκτα (extruded), εμπορικές νιφάδες, *Daphnia magna*, και ανάμειξη νιφάδων (50%) με *Daphnia magna* (50%) για διάστημα 60 ημερών. Τα αγγελόψαρα παρουσίασαν καλύτερη αύξηση βάρους και ειδικό αυξητικό ρυθμό όταν τρέφονταν αποκλειστικά με σύμπηκτα (extruded), σε σχέση με τις νιφάδες που παρουσίασαν τη μικρότερη ανάπτυξη.

1.8 Διατροφή και Θρεπτικά συστατικά των τροπικών ψαριών

1.8.1 Διατροφικές συνήθειες, ιχθυοτροφές και διατροφικές απαιτήσεις

Η διαδικασία σίτισης των διακοσμητικών ψαριών βασίζεται στα εξής βήματα:

1. Εισαγωγή της τροφής
2. Έκπλυση
3. Φτύσιμο
4. Επιλεκτική συγκράτηση τροφής
5. Κατάποση
6. Συντριβή
7. Άλεσμα
8. Απορρόφηση της τροφής από το επιθήλιο του εντέρου

Η πορεία και η συχνότητα των παραπάνω κινήσεων στα ψάρια εξαρτώνται από τον τύπο, το μέγεθος και την υφή της εκάστοτε τροφής (Sibbing, 1988). Για την κατανόηση της πορείας και των μηχανισμών της απορρόφησης της τροφής με στόχο τη χορήγηση της καλύτερης τροφής για τα ψάρια, εξετάζονται οι διαφορετικές τροφικές αντιδράσεις μεταξύ των ειδών των ψαριών και η «ελκυστικότητα» της τροφής. Η χορήγηση της κατάλληλης τροφής απαιτεί τη γνώση και μελέτη (Sibbing, 1988):

1. των διαστάσεων του ανοίγματος του στόματος
2. της προεξοχής της άνω σιαγόνας
3. του σχήματος και της κοιλότητας του φάρυγγα
4. του ουρανίσκου και των γλωσσικών οργάνων
5. του βραγχιακού πλέγματος
6. της μάσησης στο φάρυγγα
7. της γεύσης

Τα παμφάγα ψάρια είναι επιλεκτικά στην τροφή τους, επιλέγοντας τα απαραίτητα συστατικά, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στο *Archocentrus nigrofasciatus*. Ο Sibbing (1988), αναφέρει ότι η συγκράτηση της τροφής γίνεται επιλεκτικά, όταν η τροφή βρίσκεται στη φαρυγγική κοιλότητα, ενώ η πιθανότητα «μη αποδοχής» της τροφής από το ψάρι είναι μεγάλη. Οι φυτοφάγοι κυπρίνοι, χρησιμοποιούν τα φαρυγγικά δόντια για να μασήσουν τα φυτά, ξοδεύοντας περισσότερο χρόνο στην εύρεση της τροφής και στο μάσημά της.

Τα τροπικά ψάρια *Colossoma macroporum* και *Colossoma bidens*, διαθέτουν κοφτερά και φαρδιά δόντια για να μασούν την τροφή (Goulding, 1980). Τα νεαρά ιχθύδια *Characiformes* που απαντώνται στον Αμαζόνιο ποταμό, εναλλάσσουν συχνά

τη βασική τροφή τους, φυτοπλαγκτόν, με λεπτά φύκη ή με σπόρους ρυζιού (Araujo-Lima et al., 1986).

Οι Giuanquinto & Volpato (2001), αναφέρουν το είδος *Pseudotropheus coruscans* σε συνθήκες ασιτίας ή χορήγησης της τροφής, εκδηλώνουν την ίδια σχεδόν συμπεριφορά. Η ασιτία αφυπνίζει τα νεαρά γατόψαρα, εκδηλώνοντας ακραία συμπεριφορά για αναζήτηση της τροφής στο ευρύτερο περιβάλλον. Τα *Pygocentrus natterii*, ομαδοποιούνται σε μικρά κοπάδια, προκειμένου να αποφευχθεί ο κανιβαλισμός μεταξύ των ειδών (Magurran & Queiroz, 2003).

Επίσης, η αποκλειστική σίτιση με ένα είδος υδρόβιου φυτού, μπορεί να οδηγήσει σε θνησιμότητα των ψαριών. Για παράδειγμα τα παπαγαλόψαρα, *Sparisoma radians*, πέθαναν πιο γρήγορα όταν διατράφηκαν μόνο με το υδρόβιο θαλασσινό φυτό *Penicillus pyriformis* εξαιτίας των συγκεντρώσεων CO₂, σε σχέση με την ομάδα που ήταν σε ασιτία. Ακόμη και τα πιο θρεπτικά φυτά, τα οποία καταναλώνονται πιο συχνά σε φυσικό βιότοπο, όταν προσφέρονται χωρίς να συνοδεύονται με φύκη οδηγούν σε θνησιμότητες μεγαλύτερες του 60% (Dabrowski & Portella, 2006).

Ο Appler (1985), σύγκρινε τη χρήση πράσινων φυκών *Hydrodictyon reticulatum*, στη διατροφική αγωγή δυο ειδών της οικογένειας Cichlidae, *Oreochromis niloticus* και *Tilapia zili*, με αντικατάσταση του 17% της ζωικής πρωτεΐνης (ιχθυάλευρο) με φυτική πρωτεΐνη με αποτέλεσμα το βάρος των ψαριών να αυξηθεί κατά 5% στην *T.zili* και να μειωθεί κατά 10% στην *O. niloticus*.

1.9 Διατροφικές Απαιτήσεις και Φυσιολογία Θρέψης

1.9.1 Ποιότητα και ποσότητα πρωτεΐνης

Η ανάπτυξη των ψαριών απαιτεί πρόσληψη πρωτεϊνών και απαραίτητων αμινοξέων. Η χορήγηση της ποσότητας και ποιότητας των παραπάνω θρεπτικών συστατικών ποικίλει, ανάλογα με τις μελέτες και αποτελεί αιτία περαιτέρω έρευνας.

Έχει παρατηρηθεί ότι χαμηλότερες συγκεντρώσεις πρωτεΐνης στις τροφές, συσχετίζονται με χαμηλότερη βιολογική αξία των τροφών σε σχέση με τις τροφές που αποτελούνται από υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεΐνης. Ο DeSilva et al., (1989), αναφέρει τις απαιτήσεις σε πρωτεΐνη τεσσάρων (4) νεαρών και αναπτυσσόμενων τιλαπιών, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis*

aureus and *Tilapia zillii* σε θερμοκρασίες 23-31° C και μέσου βάρους 0,8 mg έως 70 g, συμπεραίνοντας ότι η μέγιστη ανάπτυξη επιτεύχθηκε με τροφή που περιείχε πρωτεΐνη 34%.

Έρευνες έχουν δείξει ότι σιτηρέσια που περιέχουν υψηλά ποσοστά ιχθυαλεύρων (μέχρι 83%) με υψηλές συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων στην τροφή, όπως για παράδειγμα Ca, P, Mg, κ.λ.π, οδηγούν σε μείωση του ρυθμού αύξησης των ψαριών, εξαιτίας της αυξημένης περιεκτικότητας τους στην τροφή (Shiau & Huang, 1989 ; Olvera-Novoa et al., 1996). Οι Gallagher et al (1976b), αναφέρουν ότι η καλύτερη αναλογία Ca:P, για την αύξηση και επιβίωση του αστακού, *Hommarus americanus*, είναι της τάξης 1:2.

Η υψηλότερη ανάπτυξη, η πρόωρη ωρίμανση, το υψηλό ποσοστό γονιμοποίησης των αυγών και τα μεγαλύτερα ποσοστά εκκόλαψης των προνυμφών του είδους *Oreochromis niloticus*, παρατηρούνται, όταν τα ψάρια τρέφονταν με τροφές που περιείχαν 35-40% πρωτεΐνη (Gunasekera et al., 1996). Παρόμοια αποτελέσματα εξήγαγαν οι Shim et al., (1989), όπου το τροπικό είδος *Colisa ladia*, παρουσίασε μεγαλύτερη ανάπτυξη όταν παρέχονταν τροφές με 45% πρωτεΐνη. Τα θηλυκά άτομα του ίδιου είδους, παρουσίασαν μεγαλύτερες ωοθήκες όταν το ποσοστό πρωτεΐνης στην τροφή ήταν 35%.

Η υψηλή ποιότητα των αυγών, εμφανίστηκε στα θηλυκά που τους παρέχονταν τροφή με πρωτεΐνη 45%, σε αντίθεση με τα ψάρια που ταΐστηκαν με τροφές που περιείχαν χαμηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών (5-15%). Είναι αποδεκτό ότι η χαμηλή ποιότητα της τροφής σε πρωτεΐνη, συνεπάγεται και μειωμένο ρυθμό αναπαραγωγικής ικανότητας στα ψάρια. Ο ρυθμός αύξησης των ψαριών σχετίζονταν με τις συγκεντρώσεις πρωτεΐνης στις διατροφικές αγωγές και δεν ξεπερνούσε το 1,3% ανά ημέρα (Roubach & Saint Paul, 1994).

Στα νεαρά και αναπτυσσόμενα ιχθύδια του είδους *Chanos chanos*, με μέσο σωματικό βάρος 2,8g, οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνη υπολογίστηκαν σε 43% σε θερμοκρασία εκτροφής 25-29° C και αλατότητα 28-34ppt (Coloso et al., 1998). Σε περίπτωση που η προσφερόμενη τροφή, είναι μεγαλύτερη από τις ημερήσιες ανάγκες του ψαριού, έχει ως αποτέλεσμα να μην καταναλώνεται στο σύνολό της από τα ψάρια.

Οι απαιτήσεις των τροπικών ψαριών σε απαραίτητα αμινοξέα (Αργινίνη, Ιστιδίνη, Ισολευκίνη, Λευκίνη, Λυσίνη, Μεθειονίνη, Φαινυλαλανίνη,

Θρεονίνη, Βαλίνη και Τριπτοφάνη) είναι οριακά υψηλότερες σε σχέση με τα σολωμοειδή ψάρια των κρύων νερών, οι απαιτήσεις των οποίων, είναι υψηλότερες σε αργινίνη και φαινυλαλανίνη (Dabrowski & Portella, 2006). Η παρουσία τους προκαλεί γευστική αντίδραση από την πλευρά των ψαριών (Παπουτσόγλου, 2008).

Σε ιχθύδια της τιλάπιας *Oreochromis niloticus*, χορηγήθηκε τροφή που περιείχε πρωτεΐνη της τάξης 82% και επιπλέον αμινοξέα, σημείωσαν μεγαλύτερη αύξηση βάρους, η οποία ήταν της τάξης 1672-7902% στην ίδια χρονική περίοδο (Santiago & Lovell, 1988). Ωστόσο, διατροφές με μείγμα ελεύθερων αμινοξέων είναι πολύ δύσκολο να φθάσουν σε αποδεκτούς ρυθμούς αύξησης των ψαριών, περιλαμβάνοντας το τροπικό κυπρινοειδές του γλυκού νερού, *Labeo rohita* (Khan & Jafri, 1993).

Τα ελεύθερα αμινοξέα απελευθερώνονται μέσα στο πεπτικό σύστημα, ενώ απορροφώνται μέσω των τοιχωμάτων της γαστρεντερικής οδού στο κυκλοφορικό σύστημα, όπου στη συνέχεια μετατρέπονται σε νέες πρωτεΐνες ιστών, ή υφίστανται καταβολισμό για την παραγωγή ενέργειας ή διασπώνται για περαιτέρω μεταβολισμό των ιστών (De Silva & Anderson, 1995).

Τα ελεύθερα αμινοξέα μελετούνται ως μέσο εκτίμησης της αξίας διαφόρων ειδών τροφών, ως πηγές εύπεπτης πρωτεΐνης. Σε κοινούς κυπρίνους των θερμών νερών στους 25° C, οι απαιτήσεις για τα απαραίτητα αμινοξέα καθορίστηκαν σ' ένα μέγιστο ρυθμό αύξησης του 1,5-3,5% ανά ημέρα (Nose, 1979).

1.9.2 Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα

Τα λιπίδια και τα λιπαρά οξέα είναι σημαντικές πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη φυσιολογική αύξηση και επιβίωση των ψαριών. Τα λιπίδια είναι μεταφορείς λιποδιαλυτών βιταμινών και στερολών, συμβάλλοντας στη δομή των μεμβρανών και στη γείσο και την υφή των τροφών που καταναλώνουν τα ψάρια (NCR, 1983 ; Earle, 1995 ; Παπουτσόγλου, 2008 ; Πανταζής, 2010).

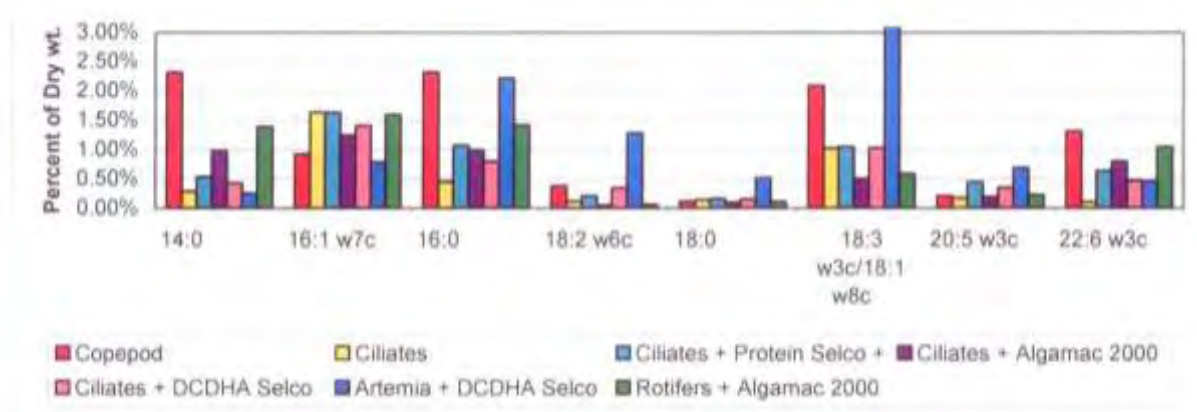
Οι Chou & Shiau (1996) στην ερευνά τους, επισημαίνουν ότι η καλύτερη ανάπτυξη (μεγαλύτερη από 150%) επιτυγχάνεται με τροφές που περιείχαν συμπλήρωμα λιπιδίων 10% σε σχέση με τροφές που δεν περιείχαν συμπλήρωμα λιπιδίων. Τα λιπίδια είναι η απαραίτητη πηγή λινολεϊκού και λινολενικού οξέος στα ψάρια. Η ικανότητα των τροπικών ψαριών να μεταβολίζουν τα λιπαρά οξέα είναι το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα, το οποίο μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ειδών και ίσως προκαλεί περιορισμούς στην ανάπτυξη τους (Chou & Shiau, 1996).

Τα περισσότερα ψάρια του γλυκού νερού έχουν καθορισμένες απαιτήσεις σε n3 και n6. Σύμφωνα με τους Henderson et al (1996) το προφίλ των λιπαρών οξέων στο παμφάγο είδος *Mylossoma aureum* και στο σαρκοφάγο κόκκινο πιράνχας *Serrasalmus nattereri*, επηρεάστηκε από τη σύσταση των λιπαρών οξέων που περιείχαν οι τροφές και ήταν βασισμένες σε φυτικά λιπαρά οξέα (αναλογία n6/n3, 34,6) ή σε ζωικά λιπαρά οξέα (αναλογία, n6.n3, 4,4-6,2).

Το προφίλ των σημαντικότερων λιπαρών οξέων που περιέχονται σε τροφές για προνύμφες ιχθυδίων σύμφωνα με τον Kraul (2006), παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.8 και στον Πίνακα 1.3.

Πίνακας 1.3 Προφίλ των βασικών λιπαρών οξέων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των προνυμφών τροπικών διακοσμητικών ψαριών (Πηγή: Kraul, 2006).

Λιπαρά Οξέα	Κοπήποδα	Βλαφαριδοφόρα	Βλαφαριδοφόρα (εμπλουτιστικό Πρωτεΐνης)	Βλαφαριδοφόρα (εμπλουτιστικό algamac 2000)	Βλαφαριδοφόρα (εμπλουτιστικό DCDHA)	Artemia (DC- DHA)	Rotifers (Algamac 2000)
14:0	2,32%	0,29%	0,53%	0,98%	0,42%	0,25%	1,39%
16:1 w 7c	0,92%	1,63%	1,63%	1,24%	1,40%	0,79%	1,59%
16:0	2,33%	0,45%	1,08%	1,00%	0,80%	2,22%	1,42%
18:2 w6c	0,38%	0,11%	0,21%	0,05%	0,35%	1,28%	0,06%
18:0	0,11%	0,14%	0,16%	0,10%	0,15%	0,51%	0,11%
18:3 w3c/18:1 w8c	2,09%	1,02%	1,05%	0,50%	1,03%	9,10%	0,59%
20:5 w3c	0,21%	0,17%	0,44%	0,19%	0,35%	0,69%	0,22%
22:6 w3c	1,32%	0,10%	0,64%	0,80%	0,47%	0,46%	1,05%
Ολικά Λιπαρά οξέα	11,3%	5,60%	7,40%	6,30%	6,70%	19,00%	8,20%



Εικόνα 1.8 Βασικά Λιπαρά οξέα σε τροφές που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη προνυμφών των διακοσμητικών ψαριών (Πηγή: Kraul, 2006)

1.9.3 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες παίζουν καθοριστικό και ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη των ψαριών των τροπικών περιοχών. Η βιταμίνη C, είναι η πιο εκτεταμένα μελετημένη βιταμίνη στα τροπικά ψάρια, ανεξάρτητα από τη τροφικές συνήθειες του ψαριού (Fracalossi et al., 2001). Τα τροπικά παμφάγα και φυτοφάγα ψάρια του Αμαζονίου

ποταμού καταναλώνουν υψηλές συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος, το οποίο απαντάται σε πολλά είδη μικροφυκών και χρησιμοποιείται για την βέλτιστη ανάπτυξη των ψαριών (Brown & Hohman, 2002).

Οι Kato et al (1994), αναφέρουν τις ποιοτικές απαιτήσεις για τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες στο θαλασσινό tiger puffer σε θερμοκρασία 22-28,5° C. Η ανάγκη για ινοσιτόλη, φολικό και ασκορβικό οξύ, εμφανίστηκε μετά από 7-12 εβδομάδες σίτισης, ενώ η μείωση της ανάπτυξης εξαιτίας της απουσίας των χολικών οξέων ήταν δραματική μετά από διάστημα 2-3 εβδομάδες. Οι απαιτήσεις σε βιταμίνη C στην τιλάπια του Νείλου, υπολογίστηκαν σε 420 mg/k ξηρής τροφής, όταν στην τροφή περιέχονται χαμηλά επίπεδα ασκορβικού οξέος (500mg/k), (Soliman et al., 1994).

Οι Kodric-Brown (1989), σε ερευνά τους έδειξαν ότι τα αρσενικά *Poecilia reticulata*, ταϊσμένα με τροφή η οποία περιέχει συμπλήρωμα ασταξανθίνης (25 mg/k), αυξήθηκαν γρηγορότερα σε σχέση με τα θηλυκά, ενώ ταυτοχρόνως παρουσίασαν υψηλότερη επιτυχία στην αναπαραγωγή τους, σε σχέση με εκείνα που τρέφονταν με δίαιτες χωρίς συμπλήρωμα ασταξανθίνης.

Οι Rao & Raghuramulu (1999), σε έρευνα που διεξήγαγαν, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η βιταμίνη D δεν είναι απαραίτητη για το είδος *Oreochromis mossambicus*, στις αλλαγές των επιπέδων Ca και P στο αίμα, στην εντερική απορρόφηση Ca και στην πρωτεϊνική δράση του Ca στα βράγχια. Οι έρευνες έγιναν βασισμένες σε ένα ψάρι, που συλλέχθηκε 3 ημέρες μετά από μια ενδοπεριτοναϊκή ένεση βιταμίνης D₃.

Δεν υπήρχε καμία απόδειξη ότι το δείγμα ελέγχου είχε έλλειψη σ' αυτήν τη βιταμίνη, με αποτέλεσμα να πειραματιστούν με τιλάπια που της χορηγήθηκε πρόσθετη δόση βιταμίνης D και το αποτέλεσμα ήταν ουδέτερο. Ωστόσο, τα παραπάνω, είναι κάπως αβάσιμο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η βιταμίνη D, «δεν είναι απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για τα τροπικά ψάρια (Ashok et al., 1998).

1.9.4 Μέταλλα

Τα ψάρια μπορούν να απορροφήσουν μερικά μέταλλα από το υδατικό περιβάλλον, ενώ και η απαίτηση στη διατροφή τους για φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, χαλκό, μαγγάνιο, ψευδάργυρο, σελήνιο και ιώδιο έχει αποδεχτεί σε πολλά ψάρια γλυκού και αλμυρού νερού. Οι ποσοτικές απαιτήσεις στις διατροφές για ασβέστιο και

κάλιο είναι αόριστες για τα ψάρια καθώς εξαρτώνται από τις συγκεντρώσεις στο νερό και την απορρόφηση διαμέσου των βραγχίων και του δέρματος, όταν τα νερά είναι γλυκά ή του γαστρεντερικού σωλήνα σε θαλασσινά νερά (Dabrowski & Portella, 2006).

Οι απαιτήσεις σε μέταλλα επηρεάζουν την ανάπτυξη των ψαριών, την ενδοκρινική ρύθμιση και πρέπει να υπολογίζονται κατά τη σύνθεση του σιτηρεσίου. Οι συγκεντρώσεις των μετάλλων στη σάρκα των ψαριών καθορίζονται από τη χημική σύσταση του περιβάλλοντος διαβίωσης, τη χημική σύσταση της τροφής, το είδος του ψαριού, τη βιολογική κατάσταση του ψαριού. Οι παράγοντες αυτοί δεν διαφοροποιούν τις συγκεντρώσεις των ανόργανων στοιχείων με την ίδια ένταση σε όλους τους ιστούς του σώματος των ψαριών (Παπουτσόγλου, 2008).

Οι Robinson et al (1987), ανέφερε για το *Oreochromis aureus* σε νερά φτωχά σε ασβέστιο, χρησιμοποιώντας τροφή βασισμένη στην καζεΐνη, για βέλτιστη ανάπτυξη απαιτούνταν 0,8% Ca και 0.5% P. Διαφορές στην αύξηση μεταξύ 0,17 και 0,7% σε διατροφές με ομάδες Ca, οδήγησαν σε αύξηση κατά 727 και 1112%, αντίστοιχα αλλά δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στη σύνθεση του σώματος των ψαριών.

Πειράματα στο είδος *Oreochromis niloticus*, έδειξαν επιβράδυνση στην ανάπτυξη όταν χρησιμοποιήθηκαν τροφές χωρίς συμπλήρωμα Mg για διάστημα 10 εβδομάδων, σε σχέση με τις τροφές που περιείχαν συμπλήρωμα Mg κατά 0,6-0,77% (Dabrowska et al., 1989a). Όταν για την ανάπτυξη του *Oreochromis niloticus*, χρησιμοποιούνται τροφές υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, συνίσταται η προσθήκη συμπληρωμάτων Mg στην τροφή, σε ποσοστό που κυμαίνεται από 0,5 έως 0,7% (Dabrowska et al., 1989a).

1.9.5 Υδατάνθρακες και κυτταρίνη

Για τα τροπικά ψάρια δεν έχουν καταγραφεί καμία διατροφική απαίτηση σε υδατάνθρακες, αφού αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας, παρ' όλου που ενισχύουν τη δράση των πρωτεϊνών και των λιπιδίων (NCR, 1993).

Οι Kihara & Sakata (1997), σε έρευνά τους αναφέρουν ότι η προσθήκη στην τροφή αμύλου της τάξης του 40%, ενισχύει την αύξηση της τιλάπιας, η οποία οφείλεται στην διαδικασία ζυμώσεων στο έντερο και στην παραγωγή λιπαρών οξέων (ολικό άλας και προπιονάση). Η μικροβιακή δραστηριότητα συνεισφέρει στη

δύσκολη πέψη μερικών υδατανθράκων, αν και η μικροβιακή πέψη της κυτταρίνης λαμβάνει χώρα στο έντερο. Οι Wang et al (1985), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι 20% κυτταρίνη είχε αρνητική επίδραση στην αύξηση της τιλάπιας.

Σύμφωνα με τους Anderson et al (1984), επίπεδα κυτταρίνης μεγαλύτερα από 10% φαίνεται να έχουν αρνητική επίδραση κατά τη χρήση τους στις διατροφικές αγωγές των τροπικών ψαριών. Οι Dioundick & Stom (1990), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ποσοστά κυτταρίνης 10% οδηγούν σε μείωση της ανάπτυξης του *Oreochromis mossambicus* σε αντίθεση με το βέλτιστο επίπεδο του 5%.

1.10 Διαχείριση εκτροφής και σιτηρέσιο

Η εκτροφή διακοσμητικών ψαριών είναι ένας ραγδαία αναπτυσσόμενος κλάδος της υδατοκαλλιέργειας. Η προσφορά και η αυξημένη ζήτηση των καταναλωτών συμβάλουν στην ανάπτυξη του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών.

Η διατροφή των ιχθύων κατά τη διαδικασία της παραγωγής, συνιστά ίσως τον πιο σημαντικό παράγοντα με τον οποίο καθορίζεται το κόστος της συνολικής παραγωγής. Η διατροφή των ιχθύων, είναι υψίστης σημασίας για την ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών των διακοσμητικών ψαριών και ειδικά σε θέματα που σχετίζονται με το ρυθμό ανάπτυξης, την ποιότητα του τελικού προϊόντος καθώς και την πιθανή επιβάρυνση του υδάτινου περιβάλλοντος (Παπουτσόγλου, 2008).

Οι στρατηγικές που εφαρμόζονται, εξαρτώνται από το σύστημα εκτροφής (εντατικό, υπερεντατικό), ανάλογα με τις απαιτήσεις που παρουσιάζει το κάθε είδος ψαριού ανάλογα με το μέγεθός του. Τα χαρακτηριστικά της χορηγούμενης τροφής (ζωντανή ή τεχνητή, βυθιζόμενη ή επιπλέουσα, το μέγεθος, η υφή, η σκληρότητα των κόκκων κλπ) πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του οργανισμού που πρόκειται να εκτραφεί.

Η συχνότητα χορήγησης των γευμάτων, το ημερήσιο επίπεδο διατροφής, η μέθοδος χορήγησης του σιτηρεσίου, ο εξοπλισμός και το ανθρώπινο δυναμικό, επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης του ψαριού και το συντελεστή αξιοποίησης της τροφής (NCR, 1993).

Σύμφωνα με τον Southgate (2003), τα είδη των ψαριών που εκτρέφονται παρουσιάζουν διαφορετικές διατροφικές απαιτήσεις και συνήθειες, με αποτέλεσμα οι

διατροφικές αγωγές που εφαρμόζονται θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις αυτές ανάλογα με το είδος του εκτρεφόμενου οργανισμού.

Οι διατροφικές αγωγές που εφαρμόζονται, στοχεύουν στη βέλτιστη ανάπτυξη του ψαριού, ώστε να αποφεύγονται προβλήματα υποσιτισμού ή υπερσιτισμού των ψαριών. Ο υπερσιτισμός οδηγεί αφενός στην αύξηση του συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής και αφετέρου στην αύξηση των υπολειμμάτων της τροφής και συνεπώς στην περιβαλλοντική υποβάθμιση του μέσου εκτροφής (νερού), διαταράσσοντας την ισορροπία του βιολογικού φίλτρου (Talbot et al., 1999 ; Cho & Bereau, 2001).

Ο τρόπος λήψης της τροφής, η πέψη, η απορρόφηση της τροφής και ο μεταβολισμός σχετίζονται άμεσα με την τροφική διαδικασία και οδηγεί σε ελαχιστοποίηση των προβλημάτων που προκύπτουν από την μεθοδολογία και τον τρόπο παροχής της τροφής. Η διαχείριση της τροφής εξαρτάται από τη θεωρητική και πρακτική κατανόηση των διατροφικών απαιτήσεων του ψαριού, της διατροφικής συμπεριφοράς του ψαριού, των συνήθη πρακτικών που εφαρμόζονται και εν γένει της φυσιολογίας του ψαριού (Anderson & De Silva, 2003 ; Παπουτσόγλου, 2008).

Η χορήγηση του σιτηρεσίου στα ψάρια γίνεται υπό την προϋπόθεση να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ανάπτυξη στα ψάρια και να διασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα της τροφής. Η ημερήσια ποσότητα τροφής προσαρμόζεται με βάση το είδος του ψαριού, την πυκνότητα εκτροφής, την ηλικία και το βάρος του ψαριού, την ποιότητα του νερού, την ποιοτική σύσταση του σιτηρεσίου, την διαθεσιμότητα της φυσικής τροφής, το ενεργειακό προφίλ του σιτηρεσίου.

Η παρεχόμενη τροφή χορηγείται είτε μέχρι κορεσμού (at satiation), είτε σε κάποιο επίπεδο διατροφής (% του ζώντος βάρους), μικρότερο του κορεσμού. Η βέλτιστη αύξηση εξαρτάται από το επίπεδο διατροφής, την ποιότητα της τροφής και επιτυγχάνεται όταν η ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγείται στο ψάρι, είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα με την οποία ο οργανισμός καταναλώνει τροφή για να συντηρηθεί και μικρότερη από το επίπεδο κορεσμού (Eroldogan et al., 2008).

Η συχνότητα διατροφής και η ημερήσια ποσότητα τροφής είναι συνάρτηση του μεγέθους. Τα μικρά ψάρια έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και ενέργεια, εξαιτίας του μεταβολικού ρυθμού, με αποτέλεσμα να χρειάζονται μικρές ποσότητες τροφής ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, τα ιχθύδια

τσιπούρας μέσου βάρους 0,25g, αυξήθηκαν γρηγορότερα όταν σιτίζονταν τέσσερις φορές ημερησίως (Goldan, et al., 1997).

Τα μικρά σε μέγεθος ψάρια απαιτούν μικρότερη ποσότητα τροφής σε σχέση με τον όγκο του νερού του συστήματος της τροφής. Η διαχείριση της τροφής προϋποθέτει κανονικές ποσότητες τροφής και όχι μεγάλες, προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση υπολειμμάτων στις δεξαμενές εκτροφής και να διασφαλίζεται το θρεπτικό και ενεργειακό περιεχόμενο του σιτηρεσίου (Suresh, 2003 ; Fosnshell & Hinshaw, 2008).

Οι ιχθυοτροφές χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ενέργεια συνίσταται να χορηγούνται μέχρι κορεσμού, προκειμένου να καλύψουν τις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών που εκτρέφονται (Suresh, 2003). Στην περίπτωση που χορηγηθεί σιτηρέσιο υψηλής περιεκτικότητας σε λίπη ώστε να μεγιστοποιηθεί η διαδικασία εξοικονόμησης της πρωτεΐνης και να αποφευχθεί η υπερβολική εναπόθεση λιπών (Company et al., 1999). Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δυο γευμάτων οδηγεί σε αποτελεσματικότερη πέψη εξαιτίας της απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών. Η υπερβολική συχνότητα διατροφής οδηγεί στην απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών πριν απορροφηθούν από τον οργανισμό (Anderson & De Silva, 2003 ; Παπουτσόγλου, 2008).

Η διαχείριση της τροφής είναι πρωτεύοντος σημασίας διότι μπορούν να αποφευχθούν σημαντικές και απότομες μεταβολές της ποιότητας του νερού και να επηρεαστεί η διαδικασία εκτροφής των ψαριών. Η αφομοίωση της τροφής είναι σημαντικός παράγοντας διότι εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των απεκκρίσεων και ο έλεγχος των παραμέτρων του νερού. Μακροπρόθεσμα με τη διαχείριση της τροφής μειώνεται η ανάγκη παρέμβασης στο σύστημα, μειώνοντας τις λειτουργικές δαπάνες (Βιολογικά φίλτρα, αντλίες αέρα), (Crips & Bergheim, 2000).

1.11 Σκοπός Πειράματος

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να παρουσιάσει την επίδραση του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην επιβίωση και αύξηση της τροπικής κηχλιδοζέμπρας (*A. nigrofasciatus*) σε ενυδρεία σε θερμοκρασία 25° C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Προμήθεια ιχθύων, *Archocentrus nigrofasciatus*

Τα ψάρια, *Archocentrus nigrofasciatus*, (convict cichlid, ζεμπροκηχλίδα) που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα διατροφής, το οποίο διεξήχθη στο εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών – Μονάδα Ενυδρείων του Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου, προήλθαν από αναπαραγωγή γεννητόρων (Εικ.2.1) οι οποίοι διατηρούνταν σε συνθήκες αιχμαλωσίας, στους 27°C.



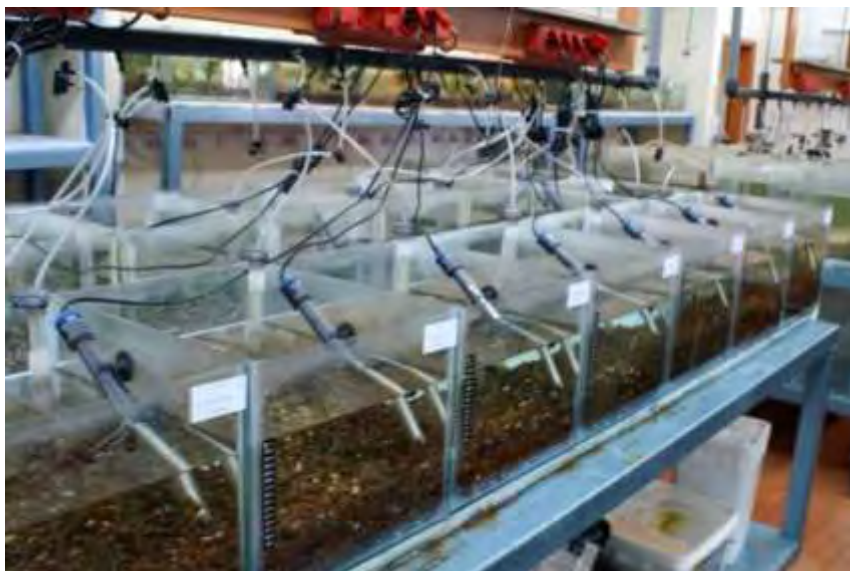
Εικόνα 2.1. *Archocentrus nigrofasciatus* (convict cichlid) που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα διατροφής (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011).

2.2 Σύστημα εκτροφής και Συνθήκες εκτροφής

Αρχικά τα ψάρια, (στάδιο νεαρού και αναπτυσσόμενου ιχθυδίου), τοποθετήθηκαν σε ενυδρεία πρώτης ανάπτυξης όγκου 40 Lt για διάστημα 30 ημερών (Εικ.2.2). Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε κατά το στάδιο της πρώτης ανάπτυξης από την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου έως ότου τα ψάρια φθάσουν περίπου στο 1 gr, ήταν συνδυασμός θρυμματισμένων συμπύκνων και νιφάδων με ζωντανή νωπή ή κατεψυγμένη *artemia*, *Cyclops*, *Daphnia*, *moina* (Σχ.2.1), (Vlachos et al., 2008). Μόλις τα ψάρια έφθασαν μέσο βάρος 1 gr, μεταφέρθηκαν στα πειραματικά ενυδρεία κύρια ανάπτυξης, μετά από εγκλιματισμό, για διάστημα 30 ημερών, όπου τους

χορηγήθηκαν δυο διαφορετικοί τύποι τροφής, σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή τρεις φορές ημερησίως.

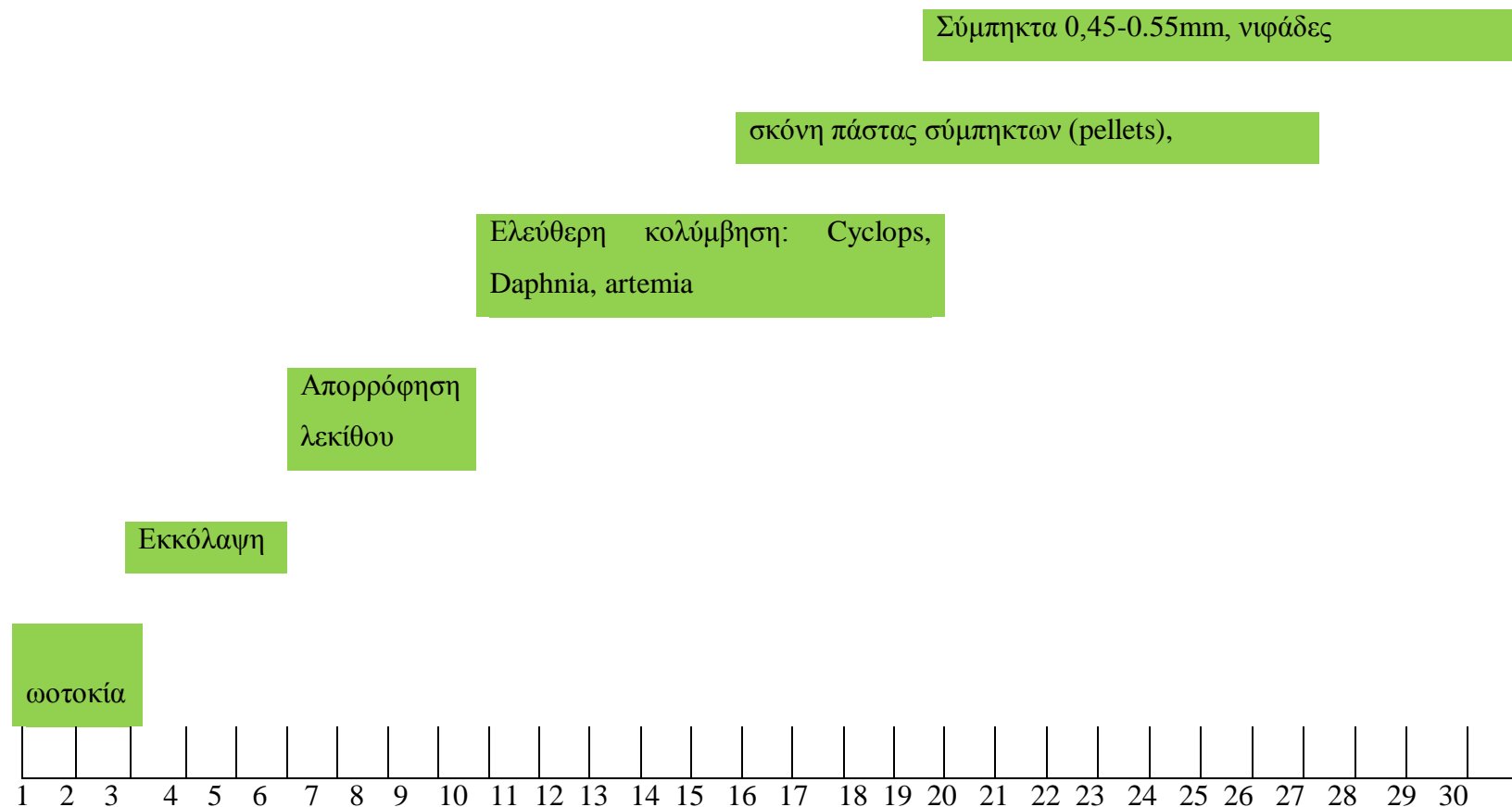
Τα ψάρια, αναισθητοποιήθηκαν με phenoxythanol (0,25 ml/L), ζυγίστηκαν και μετρήθηκαν τα μορφομετρικά τους χαρακτηριστικά (Πιν.2.2), αρχικό βάρος (μέσο βάρος \pm T.A) και αρχικό μήκος (μέσο μήκος \pm T.A). Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 60 άτομα μέσου βάρους $1.08\pm 0,06$ g και μέσου μήκους $3.53\pm 0,26$ cm, στα ενυδρεία κύριας ανάπτυξης, τα οποία τοποθετήθηκαν ανά δέκα άτομα (10) σε συνολικά έξι (6) υάλινα ενυδρεία με τα αντίγρατά τους (Εικ.2.2). Τα τρία (3) ενυδρεία χρησιμοποιήθηκαν για την πρώτη διατροφική ομάδα (Σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή Discus Formula), και τα υπόλοιπα για τη δεύτερη διατροφική αγωγή (νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή Discus Formula).



Εικόνα 2.2. Ενυδρεία πρώτης ανάπτυξης για τη ζέμπροκηλίδα (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011).

Η παροχή ατμοσφαιρικού αέρα στο νερό, υπό τη μορφή μικροσκοπικών φυσαλίδων, γινόταν με τη χρήση ελαστικών σωληνίσκων, η απόληξη των οποίων κατέληγε σε διαχυτές αέρα, τοποθετημένες στον αεροςωλήνα του βιολογικού φίλτρου βυθού (Vlahos et al., 2004). Ο αερισμός διατηρήθηκε σε επίπεδα κορεσμού και ήταν της τάξης του 85%. Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας στα επιθυμητά επίπεδα, (25° C), χρησιμοποιήθηκαν θερμοστάτες τιτανίου (TH 300, 100W) και T-controller (T2001 HC AQUAMEDIC).

Σε όλα τα ενυδρεία τοποθετήθηκε ψευδοπυθμένας ο οποίος συνδεόταν με αεροσωλήνα, ενώ για τη δημιουργία του φίλτρου βυθού προστέθηκε πορώδες χαλίκι (λάβρα), μέσου διαμετρήματος $0,92\pm0,28$ cm, (Εικ.2.2). Σε όλα τα ενυδρεία

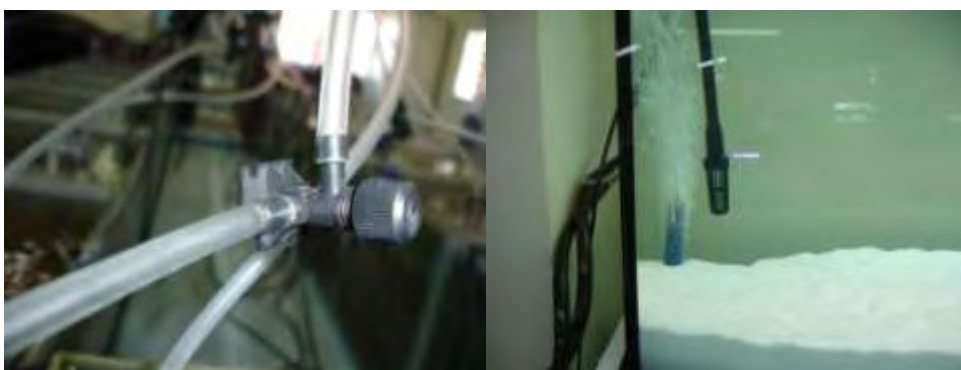


Σχήμα 2.1: Πρόγραμμα διατροφής των ιχθυδίων της ζεμπροκηλίδας (*A. nigrofasciatus*) κατά το στάδιο του νεαρού και αναπτυσσόμενου ιχθυδίου (από την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου μέχρι να φθάσουν το 1gr) για το χρονικό διάστημα των 30 πρώτων ημερών (Πηγή: Vlachos et al., 2008).

ρυθμίστηκε η ταχύτητα φιλτραρίσματος ίση με $1,11 \pm 0,23$ cm/min. (Spotte, 1992), ενώ ο φωτισμός ήταν φυσικός.

2.2.1 Παροχή αέρα

Η παροχή αέρα στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής, γίνονταν από αυτοματοποιημένο σύστημα παροχής αέρα. Η πίεση του αέρα που φτάνει στα ενυδρεία ρυθμίζεται με ειδικούς ρυθμιστές-βαλβίδες (Εικ.2.3), που προσαρμόζονται στα σωληνάκια αέρα πριν την αερόπετρα. Η διάχυση του αέρα στο νερό γίνονταν με αερόπετρες.



Εικόνα 2.3: Ρυθμιστής αερισμού και αερόπετρα παρόλθου στα πειραματικά προ-ανάπτυξης και κύριας ανάπτυξης (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011).

2.3 Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής

Η διάρκεια του προγράμματος διατροφής ήταν 30 ημέρες, το επίπεδο διατροφής προσδιορίστηκε στο 5% του μέσου βάρους ζώντος ψαριού (Yanong, 1996), ενώ η χορήγηση της τροφής γίνονταν σταθερά και με το χέρι 7 φορές την εβδομάδα, ανά τέσσερις ώρες τρεις φορές ημερησίως (09:00, 13:00 και 17:00), για καλύτερη διαχείριση της παρεχόμενης ποσότητας τροφής (Πιν.2.1).

Ο τύπος της τροφής που χρησιμοποιήθηκε ήταν σύμπηκτα και νιφάδες εμπορίου σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή (*Discus food*). Οι τροφές αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως από επαγγελματίες και ερασιτέχνες ενυδρειολόγους, προσδίδοντας καλύτερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη και αναπαραγωγή των ψαριών (Yanong, 1996 ;Vlachos et al., 2008).

Κάθε 15 μέρες γινόταν καταμέτρηση του βάρους και του μήκους των ατόμων και ανάλογα με την αύξησή τους υπολογιζόταν εκ νέου η ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν στα ενυδρεία. Το επίπεδο διατροφής διατηρήθηκε σταθερό στο 5% (Yanong, 1996). Η ανάλυση της χημική σύστασης των εμπορικών τροφών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία, παρατίθενται στον Πίνακα 2.1. Οι τιμές αναπαριστούν το μέσο όρο \pm τυπική απόκλιση 20 δειγμάτων. Οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων της τροφής διεξήχθησαν στο εργαστήριο Επεξεργασίας Ιχθυηρών του τμήματος Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης του Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου.

Πίνακας 2.1: Ποσοστιαία σύσταση τροφών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011)

Τροφή	Τύπος Τροφής	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Τέφρα (%)	Υγρασία (%)
I	Σύμπληκτα	47,8 \pm 0,87	5.88 \pm 1.72	8.84 \pm 0,15	7.98 \pm 1.54
	Κατεψυγμένη	24.60 \pm 2.17	1.15 \pm 0.16	2.55 \pm 0.11	77.41 \pm 2.06
	Συνδυασμός 50% Σ και 50% Κ	47.85 \pm 2.39	3.85 \pm 0.11	5.07 \pm 0.12	42.70 \pm 1.49
	Μέσος Όρος	40.08\pm0.82	3.62\pm0.92	5.49\pm0.02	42.69\pm0.32
	Ενέργεια j/g	39.61*			
	Υδατάνθρακες	50.81**			
II	Νιφάδες	49.28 \pm 1.80	6.45 \pm 0,52	7.36 \pm 0,19	7.63 \pm 0,69
	Κατεψυγμένη	24.60 \pm 2.17	1.15 \pm 0.16	2.45 \pm 0,11	78.35 \pm 2.06
	Συνδυασμός 50% Σ και 50% Κ	46.55 \pm 0.82	5.85 \pm 0.19	5,07 \pm 0.70	41.35 \pm 1.10
	Μέσος Όρος	40.14\pm0.70	5.48\pm0.20	4,96\pm0.23	42.44\pm0.71
	Ενέργεια j/g	40.75*			
	Υδατάνθρακες	49.42**			

* **Η ενέργεια** εκτιμήθηκε μέσω της σχέσης: Ενέργεια (kcal/100gr)=(5.64*Ολική Πρωτεΐνη) +(9.44*Ολικά λιπίδια) + (4.41* Υδατάνθρακες).

****Οι υδατάνθρακες** εκτιμήθηκαν μέσω της σχέσης: Υδατάνθρακες (%) = 100-(Ολική Πρωτεΐνη +Ολικά λιπίδια +Τέφρα).

Η ημερήσια ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν στα ψάρια υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο $F = MB \cdot 5\% \cdot A \cdot \Psi$ το οποίο μοιράζονταν σε τρία ισόποσα γεύματα κάθε 4 ώρες από Δευτέρα έως Κυριακή (Πιν.2.2).

Όπου F: Τροφή (g)

M.B: Μέσο Βάρος ζώντος ψαριού (g)

A.Ψ: Αριθμός Ψαριών

Επίσης, τα ψάρια δεν ταΐζονταν μία ημέρα πριν την ημέρα του ατομικού ζυγίσματος κάθε πληθυσμού (ανά 15 ημέρες), προκειμένου να γίνει αναπροσαρμογή της ποσότητας του σιτηρεσίου.

Πίνακας 2.2: Χορηγούμενη ποσότητα τροφής και αριθμός γευμάτων

Τύπος τροφής: A						
Σύμψηκτα κατεψυγμένη	0-15 ημέρες			15-30 ημέρες		
	1 ^ο γεύμα	2 ^ο γεύμα	3 ^ο γεύμα	1 ^ο γεύμα	2 ^ο γεύμα	3 ^ο γεύμα
Ενυδρείο 1	0,26	0,26	0,26	0,38	0,29	0,28
Ενυδρείο 2	0,25	0,25	0,25	0,38	0,29	0,28
Ενυδρείο 3	0,24	0,24	0,24	0,38	0,29	0,28
Τύπος τροφής: B						
Νιφάδες Κατεψυγμένη	1 ^ο γεύμα	2 ^ο γεύμα	3 ^ο γεύμα	1 ^ο γεύμα	2 ^ο γεύμα	3 ^ο γεύμα
Ενυδρείο 1	0,25	0,25	0,25	0,34	0,26	0,26
Ενυδρείο 2	0,23	0,23	0,23	0,34	0,26	0,26
Ενυδρείο 3	0,24	0,24	0,24	0,34	0,26	0,26
1^ο γεύμα			2^ο γεύμα			
Σύμψηκτα ή Νιφάδες			Κατεψυγμένη			
			3^ο γεύμα			
50%Σύμψηκτα ή Νιφάδες / 50% Κατεψυγμένη						

2.4 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων

Η μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων [T° , O_2 , pH, ολική αμμώνια (T.A.N), νιτρωδών (NO_2^- -N) και νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N)] γίνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε δύο μέρες). Για τη μέτρησή τους, χρησιμοποιήθηκαν ειδικές ηλεκτρονικές συσκευές (οξυγονόμετρο, πεχάμετρο), ενώ για τη μέτρηση της αμμωνίας, νιτρωδών και νιτρικών ιόντων χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο HACH 3800, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Nessler και powder pillows αντιστοίχως.

Η θερμοκρασία του νερού και στα 6 ενυδρεία διατηρήθηκε σταθερή με χρήση T controller, στους $25 \pm 0,2$ °C. Το διαλυμένο οξυγόνο διατηρούνταν σταθερό στα $8,5 \pm 0,4$ mg/L με συνεχή αερισμό του νερού από το κεντρικό σύστημα παροχής αέρα του εργαστηρίου. Το pH κυμάνθηκε στο $6,7 \pm 0,3$.

2.4.1 Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)

Ανάλυση μεθόδου Nessler:

Στη συσκευή HACH 3800, επιλέγεται η μέθοδος ανάλυσης (για την αμμωνία πληκτρολογούμε 380), στη συνέχεια πληκτρολογούμε «read enter», ενώ παράλληλα ρυθμίζεται η συσκευή στα 425 nm. Σε δυο κυψελίδες προστίθενται 25 ml δείγματος και 25 ml απιονισμένο νερό αντίστοιχα. Σε κάθε κυψελίδα προστίθενται 3 σταγόνες «Mineral Stabilizer» και αναδεύουμε. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την προσθήκη 3 σταγόνων «Polyvinyl Alcohol» και αναδεύουμε. Με πιπέτα γίνεται προσθήκη 1 ml διαλύματος «Nessler Reagent» σε κάθε κυψελίδα και αναδεύουμε. Στη συσκευή πληκτρολογούμε «shift-timer» περιμένοντας 1min.

Με το πέρας του 1 min, εμφανίζεται η ένδειξη mg/1 N-NH₃ Ness. Αφού γίνει η μέτρηση του τυφλού δείγματος (εμφανίζεται η ένδειξη 0,00 mg/1 N-NH₃ Ness). Στη συνέχεια τοποθετούμε την κυψελίδα με το δείγμα στον υποδοχέα πληκτρολογώντας «read enter» ενώ στην συσκευή εμφανίζεται η ένδειξη με τη συγκέντρωση της αμμωνίας στο δείγμα.

2.4.2 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N)

Ανάλυση μεθόδου powder pillows:

Αρχικά επιλέγεται στην συσκευή η μέθοδος μέτρησης (για τα νιτρικά ιόντα πληκτρολογούμε 355) πληκτρολογώντας «read enter» Παράλληλα η συσκευή ρυθμίζεται στα 500 nm μήκος κύματος. Σε κυψελίδα η οποία πληρώνεται με 25 ml δείγμα, προστίθεται το αντιδραστήριο «NitraVer 5 Nitrate Reagent pillow» και αναδεύουμε. Στη συνέχεια, πληκτρολογούμε «shift-timer», ενώ ο μέσος χρόνος αναμονής για να γίνει η μέτρηση είναι 15 min. Όταν ο χρονοδιακόπτης τελειώσει εμφανίζεται η ένδειξη mg/1 N - NO_3^- .

Σε κυψελίδα όγκου 25 ml, η οποία έχει πληρωθεί με απιονισμένο νερό, γίνεται προσθήκη του αντιδραστηρίου και αναδεύουμε. Η κυψελίδα με το τυφλό δείγμα τοποθετείται, στον υποδοχέα πληκτρολογώντας «clear zero», εμφανίζοντας την ένδειξη 0,0 mg/1 N- NO_3^- . Τέλος, στον υποδοχέα τοποθετείται το δείγμα, ενώ πληκτρολογώντας «read enter» εμφανίζεται η τιμή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στο δείγμα.

2.4.3 Προσδιορισμός των νιτρώδων ιόντων (NO_2^- -N)

Ανάλυση μεθόδου:

Αρχικά επιλέγεται στην συσκευή η μέθοδος (για τα νιτρώδη ιόντα πληκτρολογούμε 371) πληκτρολογώντας «read enter» και παράλληλα η συσκευή ρυθμίζεται στα 507 nm. Σε κυψελίδα η οποία πληρώνεται με 25 ml δείγμα από το ενυδρείο, προσθέτουμε το αντιδραστήριο «NitriVer 3 Nitrite Reagent pillow» και αναδεύουμε. Στη συνέχεια, πληκτρολογούμε «shift-timer», ενώ ο μέσος χρόνος αναμονής για να γίνει η μέτρηση είναι 15 min. Όταν ο χρονοδιακόπτης τελειώσει εμφανίζεται η ένδειξη mg/1 N - NO_2^- .

Σε κυψελίδα όγκου 25 ml, η οποία πληρώνεται με απιονισμένο νερό, γίνεται προσθήκη του αντιδραστηρίου και ανακινούμε. Η κυψελίδα με το τυφλό δείγμα τοποθετείται, στον υποδοχέα πληκτρολογώντας «clear zero», εμφανίζοντας την ένδειξη 0,0 mg/1 N- NO_2^- . Τέλος, στον υποδοχέα τοποθετείται το δείγμα, ενώ πληκτρολογώντας «read enter» εμφανίζεται η τιμή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στο δείγμα.

2.5 Χημικές αναλύσεις

2.5.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

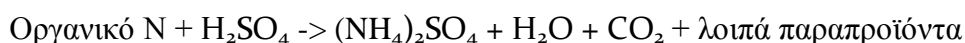
Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας και της υγρασίας των πειραματικών σιτηρεσίων (σύμψηκτα, νιφάδες και κατεψυγμένη τροφή) πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας 2g δείγματος από κάθε σιτηρέσιο σε πυραντήριο για 24 ώρες σε θερμοκρασία 105 °C (AOAC, 1990). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν τα δισκία με το ξηρό δείγμα από το φούρνο και τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο για να ψυχθούν. Η ξηρή ουσία των σιτηρεσίων υπολογίστηκε σύμφωνα με τους τύπους:

$$W_{\text{ξηρού δείγματος}}(\text{g}) = W_{\text{ξηρού τελικού δείγματος \& δίσκου}}(\text{g}) - W_{\text{δίσκου}}$$

$$\text{Ξηρή Ουσία (\%)} = (W_{\text{ξηρού δείγματος}}(\text{g}) / W_{\text{αρχικού δείγματος}}(\text{g})) * 100$$

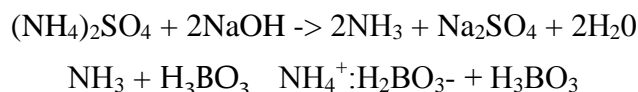
2.5.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων

Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ενώσεων (ολικών πρωτεϊνών) των συμπήκτων νιφάδων και της κατεψυγμένης τροφής πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο προσδιορισμού αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl (AOAC, 1990). Αρχικά, με τη βοήθεια ενός μικρού τεμαχίου από αλουμινόχαρτο που τοποθετήθηκε σε ζυγό ακριβείας, ζυγίστηκαν 200 mg δείγματος και καταγράφηκαν τα βάρη τους. Κατόπιν τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδικές φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl για πέψη. Κατά τη διαδικασία αυτή, τα δείγματα θερμαίνονται παρουσία πυκνού θειικού οξέος (παράγοντας οξειδωσης με τον οποίο πέπτεται το δείγμα) και πραγματοποιείται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών, απελευθερώνεται το άζωτο (N) του δείγματος, το οποίο κατόπιν δεσμεύεται σε θειικό αμμώνιο, σύμφωνα με την παρακάτω χημική αντίδραση:

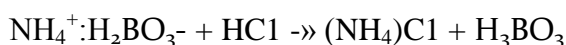


Σε κάθε φιάλη βρασμού προστέθηκαν, με ειδικό δοσομετρητή, 15ml πυκνού H_2SO_4 και δύο ταμπλέτες καταλύτη Kjeldahl που περιέχουν θείο για να επιταχυνθεί η αντίδραση. Οι φιάλες βρασμού τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή πέψης που ήταν τοποθετημένη σε απαγωγό και τα δείγματα αφέθηκαν να χωνευτούν στους 150 °C για 85 min. Τα δείγματα αφήνονται να κρυώσουν για περίπου 30 min, χωρίς να

σταματήσουν να λειτουργούν η απαγωγός και η παγίδα αερίων. Κατόπιν, ακολούθησε η διαδικασία της απόσταξης κατά την οποία το θειικό αμμώνιο αντιδρά με υδροξείδιο του νατρίου και αποδεσμεύεται αμμωνία (σε αέρια μορφή) και θειικό νάτριο. Η αμμωνία έπειτα αντιδρά με βορικό οξύ και το άζωτο του δείγματος δεσμεύεται σε μορφή βορικού αμμωνίου, σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



Για τη διαδικασία της απόσταξης, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδικό αποστακτήρα. Σε κάθε δείγμα προστέθηκαν 100 ml αποσταγμένου H_2O , 80 ml NaOH και 50 ml H_3BO_3 . Ο συνολικός χρόνος της απόσταξης κάθε δείγματος ήταν 6 min. Το βορικό αμμώνιο συγκεντρώνονταν σε κωνική φιάλη που περιείχε 4 σταγόνες ενός δείκτη pH. Στη συνέχεια έγινε τιτλοδότηση σύμφωνα με την οποία το βορικό αμμώνιο τιτλοδοτείται με υδροχλωρικό οξύ χρησιμοποιώντας ένα δείκτη για το τελικό σημείο της ακόλουθης χημικής αντίδρασης:



Η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου που απαιτείται για να καταλυθεί η αντίδραση έως το τελικό σημείο ισοδυναμεί με τη συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει το δείγμα. Η κωνική φιάλη που περιείχε βορικό αμμώνιο τοποθετήθηκε σε θέση συνεχούς ανακίνησης και προσθέτονταν σε αυτήν με αργό ρυθμό καταγεγραμμένη ποσότητα δέκατο κανονικού διαλύματος (0,1 N) HCl. Η αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα καταδεικνύει το τελικό σημείο της αντίδρασης. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N%) υπολογίστηκε από την σχέση:

$$\text{N}(\%) = \{(\text{ml HCL} - \text{ml τυφλού δ/τος}) * N_{\delta/\text{τος HCl}} * 0.014007 / W_{\text{δείγματος}} (\text{g})\} * 100$$

Όπου,

Τυφλό δ/μα: η τιτλοδότηση κενής φιάλης, η οποία χρησιμοποιείται ως συντελεστής διόρθωσης.

Στη συνέχεια από τη συγκέντρωση του αζώτου (N) στο δείγμα υπολογίζεται η περιεχόμενη πρωτεΐνη του σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Πρωτεΐνη} (\%) = \text{N} (\%) \times 6,25$$

Ο συντελεστής 6,25 προκύπτει από την παραδοχή ότι οι πρωτεΐνες περιέχουν 16% N.

2.5.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων

Ο προσδιορισμός των ολικών λιπιδίων των συμπλήκτων, νιφάδων και κατεψυγμένων τροφών έγινε με τη μέθοδο Soxhlet (AOAC, 1990). Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα δοχεία εκχύλισης στα οποία προστέθηκαν 3-4 πέτρες βρασμού, το μικτό βάρος των οποίων προζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Κατόπιν, σε κάθε γυάλινο δοχείο εκχύλισης τοποθετήθηκε ένα χάρτινο δοχείο ηθμού. Μέσα στο οποίο προστέθηκε 1 g ξηρής ουσίας δείγματος. Σε κάθε δοχείο εκχύλισης προστέθηκαν 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού κυλίνδρου και το χάρτινο δοχείο ηθμού σκεπάστηκε με βαμβάκι για την αποφυγή εκτίναξης του δείγματος κατά τη διάρκεια του βρασμού που θα ακολουθούσε.

Τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών (Soxhlet). Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150 °C υπό την παρουσία οργανικού διαλύτη, όπου έλαβε χώρα το πρώτο στάδιο της εκχύλισης. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκπλύθηκε στο δείγμα για 1,5 ώρες, όπου έλαβε χώρα το δεύτερο στάδιο της εκχύλισης.

Κατόπιν, απορροφήθηκε ο διαλύτης για 15 min της ώρας με αποτέλεσμα τα ολικά λιπίδια του δείγματος να παραμείνουν στον πυθμένα του δοχείου εκχύλισης. Μετά το πέρας της εκχύλισης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε φούρνο στους 75° C για 0,5 ώρα προκειμένου να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαϊκός αιθέρας που τυχόν παρέμεινε στο δείγμα. Στη συνέχεια τα δοχεία εκχύλισης μεταφέρθηκαν στο ξηραντήρα για 1 ώρα περίπου ώστε να κρυώσουν. Αφού απομακρύνθηκε το χάρτινο δοχείο ηθμού που περιείχε το απολιπασμένο δείγμα, ακολούθησε επαναζύγιση των γυάλινων δοχείων εκχύλισης (που περιείχαν και τις πέτρες βρασμού) και καταγράφηκε το βάρος τους. Με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ολικά λιπίδια:

$$\text{Ολικά λιπίδια (\%)} = [\text{τελικό βάρος δοχείου εκχύλισης (g)} - \text{αρχικό βάρος(g)}] * 100$$

2.5.3 Προσδιορισμός Τέφρας

Η τέφρα αντιπροσωπεύει τη συνολική ανόργανη ουσία του δείγματος. Ο προσδιορισμός της τέφρας των σιτηρεσίων πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας 1g ξηρής ουσίας δείγματος από κάθε σιτηρέσιο σε αποτεφρωτήρα για 3 ώρες σε θερμοκρασία 600°C (AOAC, 1990). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν προζυγισμένα δισκία πορσελάνης, τα οποία τοποθετήθηκαν τα δείγματα για αποτέφρωση. Μετά την αποτέφρωση, τα δισκία τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο για να ψυχθούν. Ο προσδιορισμός της τέφρας των δειγμάτων υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος (g)}} = W_{\text{μικτού αποτεφρωμένου δείγματος (g) \& δισκίου (g)}} - W_{\text{δισκίου (g)}}$$

$$\text{Τέφρα (\%)} = [W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος (g)}} / W_{\text{αρχικού δείγματος (g)}}] * 100$$

2.6 Μέτρηση μορφομετρικών χαρακτηριστικών

Βασικός στόχος του πειράματος ήταν να αποτυπωθεί ο ρυθμός αύξησης των ψαριών σε συνδυασμό με την τροφή που χορηγήθηκε. Χρησιμοποιώντας ειδικό ζυγό ακριβείας (Εικ.2.4) υπολογίστηκε το αρχικό βάρος σώματος (W), (σε ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου), των ατόμων *A. nigrofasciatus* καθώς και το ολικό μήκος (T.L), από το ρύγχος έως το ουραίο πτερύγιο, του κάθε ατόμου ξεχωριστά με την βοήθεια ιχθυόμετρου (Εικ. 2.5).

Κάθε 15 ημέρες γινόταν εκ νέου μέτρηση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών ώστε να καταγραφεί η αύξηση των ατόμων σε σχέση με την κατανάλωση της παρεχόμενης τροφής (Πίν.2.3). Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέτρηση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών γινόταν έπειτα από αναισθητοποίηση των ψαριών με φαινοξυθανόλη σε πυκνότητα 0,25ml/L.



Εικόνα 2.4: Μέτρηση βάρους (W) σε ζυγό ακρίβειας (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011).



Εικόνα 2.5: Μέτρηση ολικού μήκους (T.L) (Πηγή: Ανδρικοπούλου, 2011).

Πίνακας 2.3.Μορφομετρικά δεδομένα, αρχικά,τελικά βάρη και μήκη (W₀,W_t, L₀, L_t) του *A.nigrofasciatus* στους 25° C, κατά την φάση της κύριας ανάπτυξης σε ενυδρεία.

1 ^η Διατροφική Ομάδα (Σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή)				2 ^η Διατροφική Ομάδα (Νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή)			
Ενυδρείο 1				Ενυδρείο 1			
W _{αργ.}	T.L _{αργ.}	W _{τελ.}	T.L _{τελ.}	W _{αργ.}	T.L _{αργ.}	W _{τελ.}	T.L _{τελ.}
1.0	3.1	2.92	5.2	1.05	3.1	2.32	5.2
1.2	3.6	3.43	5.6	1.2	3.6	2.26	5.4
1.15	3.8	2.2	5.4	1.1	3.8	2.03	5.5
1.03	3.5	2.45	5.2	1.06	3.5	2.3	5.8
1.05	3.9	2.21	5.7	1.08	3.9	2.07	5.6
1.2	4			1.1	4	1.67	5.3
1.05	3.4			1.05	3.4	1.5	4.3
1.0	3.8			1.1	3.8		
1.0	3.9			1.1	3.9		
1.05	3.8			1.05	3.8		
Ενυδρείο 2				Ενυδρείο 2			
W _{αργ.}	T.L _{αργ.}	W _{τελ.}	T.L _{τελ.}	W _{αργ.}	T.L _{αργ.}	W _{τελ.}	T.L _{τελ.}
1.1	3.4	2.81	5.6	1.1	3.4	1.58	4.4
1.12	3.7	1.67	5.8	1.15	3.7	1.81	4.5
1.0	3.8	1.46	5.6	1.03	3.8	1.54	4.5
1.03	3.6	1.46	5.4	1.05	3.6	1.98	4.7
1.1	3.5	2.18	5.6	1.1	3.5	1.85	4.6
1.0	3.8	1.58	5.3	1.09	3.8	1.93	4.5
1.2	3.9	1.97	5.7	1.13	3.9	1.75	4.5
1.1	3.4	1.69	4.7	1.11	3.4	1.7	4.5
1.2	3.4	1.16	5.6	1.05	3.4	1.62	4.5
1.1	3.4	1.42	5.3	1.1	3.4	1.3	4.5
Ενυδρείο 3				Ενυδρείο 3			
W _{αργ.}	T.L _{αργ.}	W _{τελ.}	T.L _{τελ.}	W _{αργ.}	T.L _{αργ.}	W _{τελ.}	T.L _{τελ.}
1.1	3.2	2.18	5.2	1.02	3.2	1.74	4.5
1.2	3.1	2.19	5.4	1.1	3.1	1.92	4.6
1.02	3.4	1.78	5.4	1.0	3.4	2.13	4.6
1.05	3.6	1.54	5.6	1.05	3.6	1.41	4.5
1.06	3.1	1.69	5.2	1.06	3.1	1.82	4.7
1.09	3.2	1.92	5.6	1.09	3.2	1.45	4.3
1.1	3.3	1.62	5.6	1.2	3.3	1.33	4.6
1.1	3.4	1.36	5	1.1	3.4	1.59	4.5
1.1	3.6			1.1	3.6	1.5	4.4
1.0	3.4			1.07	3.4	1.54	4.5
M.O±T.A				M.O±T.A			
1.08±0.07	3.5±0.26	1.95±0.56	5.4±0.26	1.09±0.05	3.5±0.26	1.76±0.29	4.7±0.43

2.7 Διαχείριση ενυδρείων

Σε καθημερινή βάση πριν την καταγραφή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού, πραγματοποιούνταν επαναριθμήσεις των παροχών του αέρα και του νερού, ώστε να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία στην οξυγόνωση και στην ανακύκλωση του νερού στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθαρίζονταν τα μηχανικά μέρη των ενυδρείων με σκοπό τη μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων από τα υπολείμματα της τροφής και τα περιττώματα των ψαριών (Βλάχος, 2008).

Ο καθαρισμός των εσωτερικών επιφανειών των ενυδρείων γίνονταν με ειδικές βούρτσες και scrambles, για απομάκρυνση των μικροφυκών από τα τοιχώματα των ενυδρείων. Η αλλαγή του νερού ήταν της τάξης του 5-10% και γίνονταν κάθε 20 ημέρες, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος το υπόστρωμα του βιολογικού φίλτρου βυθού καθαρίζονταν με τη διαδικασία του σιφωνισμού. Οι αερόπετρες των ενυδρείων απομακρύνονταν και καθαρίζονταν τρεις φορές εβδομαδιαία, την ίδια χρονική στιγμή και αμέσως μετά το πρώτο γεύμα (Βλάχος, 2008 ; Ρέμμας &Τσιρίνης, 2011)

2.8 Δείκτες αύξησης των ιχθύων

Για την εκτίμηση της ανάπτυξης των ψαριών καθώς και για τον προσδιορισμό του βαθμού εκμετάλλευσης της χορηγούμενης τροφής από τους εκτρεφόμενους οργανισμούς υπολογίστηκαν οι παρακάτω δείκτες (Bahadir-Koca,2009 ; Παπουτσόλογου, 2008).

- **Αύξηση βάρους (WG-weight gain)**
WG= Τελικό βάρος – Αρχικό βάρος
- **Ειδικός αυξητικός ρυθμός (SGR-specific growth rate)**
SGR= {ln(wt)-ln(wi)/t}x100 όπου, W_t = Τελικό βάρος
 W_i = Αρχικό βάρος
 t = Ημέρες
- **Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR-food conversion ratio)**
FCR= KT/AZB όπου, KT = Καταναλωθείσα τροφή (g)
 AZB = αύξηση ζώντος βάρους (g)
- **Συντελεστής αξιοποίησης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER-protein efficiency ratio)**
PER=AZB/ΚΠ όπου, AZB = Αύξηση ζώντος βάρους (g)

KΠ= Καταναλωθείσες πρωτεΐνες (g)

- **Επιβίωση (%) (S-survival)**
 $S = (\text{Τελικός αριθμός ψαριών} / \text{Αρχικός αριθμός ψαριών}) \times 100$
- **Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE-feed efficiency)**
 $FE = WWG / FI$ όπου, WWG= Αύξηση Υγρού Βάρους (g)
 $FI = \text{Χορηγούμενη Τροφή (g)}$
- **Ημερήσια λήψη ενέργειας (DEI-daily energy intake)**
 $DEI = DFI \times GEIF$ όπου, DFI= Ημερήσια Χορηγούμενη Τροφή
 $GEIF = \text{Ολική Ενέργεια στην Τροφή}$

2.9 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση που αφορά τους δείκτες ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής και των δυο διατροφικών ομάδων διεξήχθησαν και αναλύθηκαν με την βοήθεια του στατιστικού λογισμικού προγράμματος SPSS 17 κάνοντας χρήση του «ανεξάρτητου t-test» διάμεσο της σύγκρισης των μέσων τιμών και των δυο διατροφικών ομάδων.

Οι δυο διατροφικές ομάδες αποτελούνται από παρατηρήσεις οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Υπό την προϋπόθεση ότι αρχικά οι τιμές των παραμέτρων που προσδιορίστηκαν ελέγχθηκαν για την κανονικότητα της κατανομής και την ομοιογένεια της διασποράς. Τα αποτελέσματα των πειραματικών δεδομένων παρουσιάζονται σε πίνακες ως εξής: μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση (mean + STDEV), ενώ οι μέσοι όροι που έχουν διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού

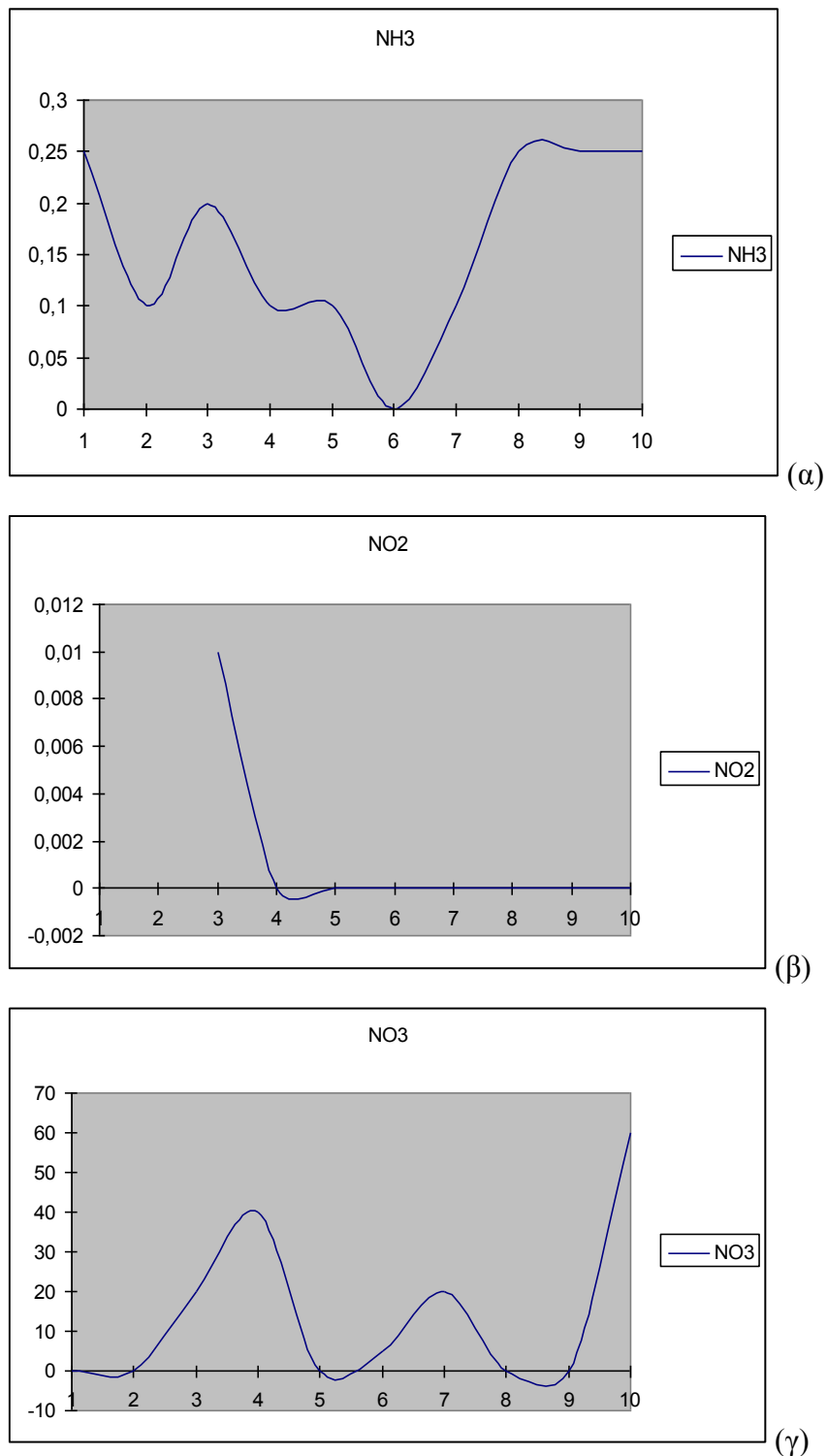
Σε ότι αφορά στις μετρήσεις των παραμέτρων του νερού, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών ενυδρείων εκτροφής για το *Archocentrus nigrofasciatus* (Πιν.3.1). Μικρές διαφορές παρατηρούνται στο pH και στην ολική αμμωνία χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές (t-test, $p < 0.05$). Σε ότι αφορά τα νιτρώδη ιόντα στα πειραματικά ενυδρεία καταγράφηκαν σχεδόν μηδενικές τιμές, ενώ τα νιτρικά ιόντα κυμάνθηκαν από 23 έως 18,9 mg/L, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.1 : Φυσιολογικά χαρακτηριστικά του νερού εκτροφής.

	25° C	
	ΣΥΜΠΗΚΤΑ	ΝΙΦΑΛΕΣ
Δεσμευμένο O ₂ (mg/l)	8.19 ± 0.06	8.21 ± 0.12
pH	7.4 ± 0.1	6.5 ± 0.12
T.A.N. (mg/lt) (NH ₄ +NH ₃ -N)	0.11 ± 0.06	0.0 ± 0.00
NH ₃ -N (mg/lt)	0.001551 ± 0.00	0.0 ± 0.00
NH ₄ (mg/lt)*	0.109 ± 0.00	0.0 ± 0.00
NO ₂ ⁻ N (mg/lt)	0.06 ± 0.04	0.0 ± 0.00
NO ₃ ⁻ N (mg/lt)	25.0 ± 14.9	18.9 ± 17.00
PO ₄ ⁻ (mg/l)	0.0 ± 0.00	0.0 ± 0.00
Cu (mg/l)	0.0 ± 0.00	0.0 ± 0.00

*Η ιονισμένη αμμωνία υπολογίστηκε από την σχέση **Ιονισμένη αμμωνία = α*T.A.N.**

Η πορεία των αζωτούχων παραγώγων καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας αποτυπώνεται στα παρακάτω διαγράμματα για όλα τα πειραματικά ενυδρεία (Σχ.3.1).



Σχήμα 3.1. Διακύμανση αζωτούχων παραγώγων (α) Ολικής Αμμωνίας (T.A.N.), (β) Νιτρωδών ιόντων και (γ) Νιτρικών ιόντων κατά την κύρια ανάπτυξη του *A.nigrofasciatus* σε διάστημα 30 ημερών. Υπολογίστηκαν ως οι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση για όλα τα ενυδρεία.

3.2. Στοιχεία ανάπτυξης των ιχθύων-Επιβίωση

3.2.1 Επιβίωση

Από τα πειραματικά ενυδρεία καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης (30 ημέρες), στους 25° C (Πιν. 3.2), η μεγαλύτερη επιβίωση παρατηρήθηκε στα ενυδρεία της πειραματικής ομάδας που διατρέφονταν με νιφάδες (90%), σε σχέση με την τροφή I (σύμπληκτα) που σημειώθηκε η μικρότερη επιβίωση (76.7%).

Πίνακας 3.2. Ποσοστό % επιβίωσης ανά διατροφική ομάδα για όλο το διάστημα εκτροφής (30 ημέρες).

	25 °C	
Ομάδα	Νεκρά άτομα/Συνολικά άτομα	Ποσοστό επιβίωσης (%)
Τροφή I (Σύμπληκτα)	23/30	76.7
Τροφή II (Νιφάδες)	27/30	90

3.2.2. Βάρος σώματος

Οι μέσοι όροι του ζώντος βάρους και μήκους των ψαριών κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας ελέγχθηκαν για την κανονικότητά τους, ενώ οι μέσες τιμές της αύξησης του βάρους και του ειδικού αυξητικού ρυθμού, δεν παρουσίαζαν σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, $P > 0.05$), (Πιν.3.3).

Τα ψάρια στα οποία χορηγήθηκαν σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, έδειξαν συγκριτικά μεγαλύτερες τιμές στο μέσο τελικό βάρος (1.95 ± 0.56) και μήκος (5.4 ± 0.26), σε σχέση με τη δεύτερη ομάδα που διατρέφονταν με νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, όπου παρουσίασαν μικρότερο τελικό βάρος (1.76 ± 0.29) και μήκος (4.7 ± 0.43) αντίστοιχα. Παρόλο που οι πληθυσμοί στους οποίους χορηγήθηκαν σύμπληκτα και κατεψυγμένη τροφή έδειξαν συγκριτικά μεγαλύτερες τιμές του ζώντος βάρους και μήκους, σε σχέση με τις νιφάδες, οι διαφορές αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές (t-test, $P > 0.05$).

Πίνακας 3.3. Αύξηση βάρους και ειδικός αυξητικός ρυθμός του *A.nigrofasciatus*.

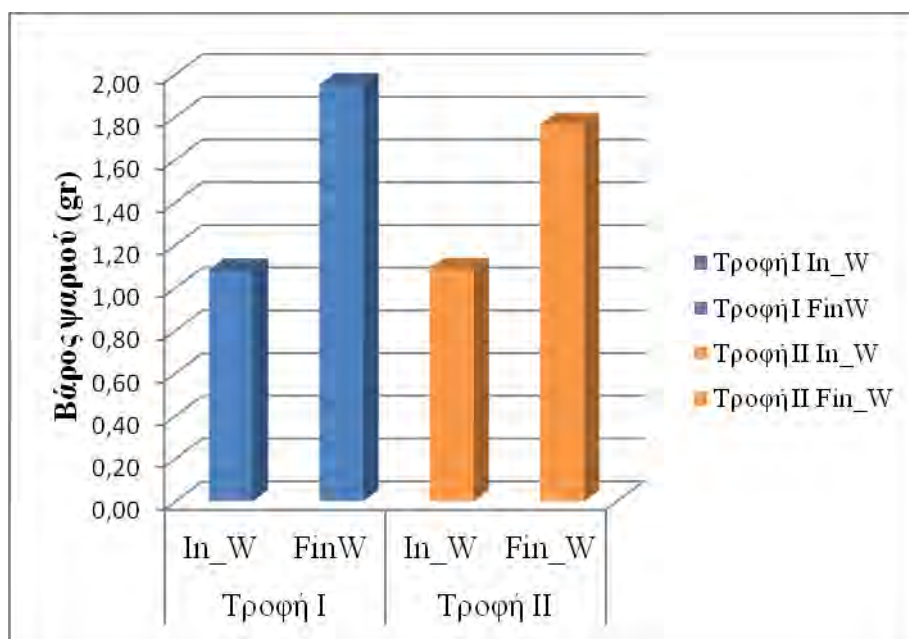
	ΤΡΟΦΗ Ι (Σύμψηκτα)	ΤΡΟΦΗ ΙΙ (Νιφάδες)
Αρχικό βάρος (g)	1.08±0,07 ^a	1.09±0,05 ^a
Τελικό βάρος (g)	1.95±0,56 ^a	1,76±0,29 ^a
Αύξηση βάρους (WG) (g)	0.87±0,54 ^a	0.68±0,30 ^a
Ειδικός αυξητικός ρυθμός (SGR)	2.03±1.05 ^a	1.58±0,58 ^a
Αρχικό μήκος (cm)	3.53±0,26 ^a	3.53±0.26 ^a
Τελικό μήκος (cm)	5.4±0,26 ^a	4.7±0,43 ^a

^a: Μη σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσω όρων των δυο διατροφικών αγωγών.

Σε ότι αφορά στην αύξηση βάρους των ψαριών (WG), σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3, παρόλο που υπάρχει μια τάση εμφάνισης μεγαλύτερης αύξησης στα ψάρια που χορηγούνταν σύμψηκτα (0.87±0,54), σε σύγκριση με τα ψάρια που ταΐζονταν με νιφάδες (0.68±0,30), χωρίς να υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, P>0.05).

Ο ειδικός ρυθμό ανάπτυξης (SGR), (Πιν.3.3) στα ψάρια που ταΐστηκαν με σύμψηκτα ήταν μεγαλύτερος (2.03±1.05) σε σχέση με τη διατροφική ομάδα όπου χορηγούνταν νιφάδες (1.58±0,58). Παρόλο που υπάρχει μια τάση εμφάνισης μεγαλύτερης τιμής SGR, στον πληθυσμό των ψαριών που διατρέφονταν με σύμψηκτα σε σχέση με τις νιφάδες, δεν παρατηρούνται σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, P>0.05).

Η διακύμανση του βάρους για όλο το διάστημα της πειραματικής εκτροφής (30 ημέρες), αποτυπώνεται στον αρχικό και τελικό πληθυσμό (Σχ.3.2). Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα, τα ψάρια στους 25° C, που τρέφονταν με την πειραματική δίαιτα Ι (σύμψηκτα και κατεψυγμένη τροφή) παρουσίασαν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τη δίαιτα ΙΙ (νιφάδες και κατεψυγμένη τροφή), αφομοίωσαν καλύτερα την τροφή που τους παρέχονταν, καταγράφοντας περίπου την ίδια αύξηση βάρους (Σχ.3.2).



Σχήμα 3.2. Διακύμανση του βάρους στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής του *A.nigrofasciatus* για το διάστημα των 30 ημερών.

3.3 Δείκτες αξιοποίησης της τροφής και των συστατικών της

3.3.1 Συντελεστής Μετατρεψιμότητας και Απόδοσης της τροφής

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας (FCR) εμφάνισε στατιστική σημαντική μεταξύ των δυο διατροφικών αγωγών (t-test, $P < 0.05$). Η μικρότερη τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής αντιστοιχούσε στην πειραματική ομάδα που διατρέφονταν με σύμπηκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή (1.01 ± 1.06), παρουσιάζοντας καλύτερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (1.61 ± 1.01) (Πιν.3.5).

Μολονότι, δεν υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ του συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) (t-test, $P > 0.05$), η μικρότερη τιμή του συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE), αντιστοιχούσε στη διατροφική αγωγή με νιφάδες (1.25 ± 0.55) (Πιν.3.5).

Πίνακας 3.5 Συντελεστής εκμετάλλευσης και απόδοσης της τροφής του *A.nigrofasciatus* για όλο το διάστημα της πειραματική διαδικασίας.

	ΤΡΟΦΗ Ι (Σύμπηκτα)	ΤΡΟΦΗ ΙΙ (Νιφάδες)
Αρχικό βάρος (g)	1.08 ± 0.07^a	1.09 ± 0.05^a
Τελικό βάρος (g)	1.95 ± 0.56^a	1.76 ± 0.29^a
Συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής (FCR)	1.01 ± 1.06^a	1.06 ± 0.78^b
Συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE)	1.61 ± 1.01^a	1.25 ± 0.55^a

^a: Μη σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσω όρων των δυο διατροφικών αγωγών.

^b: Σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσω όρων των δυο διατροφικών αγωγών.

3.3.2 Συντελεστής αξιοποίησης της πρωτεΐνης -Ημερήσια πρόσληψη ενέργειας

Από τον πίνακα 3.6, προκύπτει ότι ο συντελεστής αξιοποίησης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο σύνολο της πειραματικής διαδικασίας. Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή αξιοποίησης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που χορηγούνταν νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή (3.11 ± 1.37), η οποία παρουσίασε και τη μικρότερη αύξηση βάρους (Πιν.3.6). Ο συντελεστής αξιοποίησης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER), παρουσίασε σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις δυο διατροφικές αγωγές (t-test, $P < 0.05$) (Πιν.3.6).

Επίσης, η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI), είναι υψηλότερη όταν χορηγείται ως τροφή σύμπηκτα (2.7 ± 0.30), σε σχέση με τις νιφάδες όπου παρουσίασαν μικρότερη ημερήσια πρόσληψη της ενέργειας όταν τρέφονται με νιφάδες (2.4 ± 0.01). Μεταξύ των δυο διατροφικών αγωγών που χρησιμοποιήθηκαν καθ' όλο το διάστημα της πειραματικής διαδικασίας, υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, $P < 0.05$).

Πίνακας 3.6 Συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) και ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI) του *A.nigrofasciatus* για όλο το διάστημα της πειραματικής διαδικασίας.

	ΤΡΟΦΗ Ι (Σύμπηκτα)	ΤΡΟΦΗ ΙΙ (Νιφάδες)
Αρχικό βάρος (g)	1.08 ± 0.07^a	1.09 ± 0.05^a
Τελικό βάρος (g)	1.95 ± 0.56^a	1.76 ± 0.29^a
Συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER)	2.02 ± 1.26^a	3.11 ± 1.37^b
Ημερήσια Πρόσληψη ενέργειας (DEI)	2.7 ± 0.30^a	2.4 ± 0.01^b

^a: Μη σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσω όρων των δυο διατροφικών αγωγών.

^b: Σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσω όρων των δυο διατροφικών αγωγών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Συζήτηση

Οι δείκτες που συμβάλουν στην αποτίμηση των αποτελεσμάτων των διατροφικών αγωγών κατά τη διάρκεια μιας πειραματικής διαδικασίας είναι: οι συντελεστές ανάπτυξης των ψαριών {(Αύξηση βάρους (WG), Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR)}, οι συντελεστές αξιοποίησης της πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται από την τροφή και των συστατικών αυτής {Ρυθμός εκμετάλλευσης της τροφής (FCR), Ρυθμός καταναλωθέντων πρωτεϊνών (PER)} (Bahadir-Koka et al., 2009 ; Παπουτσόγλου, 2008).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης για όλο το διάστημα της κύριας πειραματικής εκτροφής (30 ημέρες) της κηχλιδοζέμπρας, *A. nigrofasciatus*, φαίνεται να αποτυπώνεται μια ολοκληρωμένη εικόνα της επίδρασης του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην επιβίωση και ανάπτυξη του είδους, δείχνοντας μια ιδιαίτερη προτίμηση στα σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή.

Στην παρούσα εργασία διαπιστώθηκε, ότι οι δυο τύποι τροφών, καταναλώθηκαν με μεγάλη προθυμία από τα ψάρια σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία παρουσιάζοντας μεγαλύτερο βάρος [1.95 ± 0.56 gr (μέσο τελικό βάρος \pm T.A)] και μήκος [5.42 ± 0.56 cm (μέσο τελικό μήκος \pm T.A)] όταν χορηγούνταν σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, σε αντίθεση με τις νιφάδες όπου παρουσίασαν μικρότερη τιμή στο βάρος (1.76 ± 0.29 gr) και στο μήκος (4.72 ± 0.43 cm).

Σε ότι αφορά στην αύξηση βάρους (WG), τα ψάρια παρουσιάζουν μεγαλύτερο βάρος, όταν διατρέφονται με εμπορικά σύμπληκτα για όλο το διάστημα των 30 ημερών, σε σχέση με τις νιφάδες, χωρίς όμως να παρατηρούνται σημαντικές στατιστικές διαφορές. Τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης συμφωνούν με εκείνα των Vlachos et al (2008), όπου τα ψάρια παρουσίασαν υψηλότερη αύξηση βάρους (WG), όταν χορηγούνταν ως τροφή σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή για διάστημα 60 ημερών.

Ο ειδικός αυξητικός ρυθμός (S.G.R), και για τους δυο τύπους τροφών (σύμπληκτα και νιφάδες) κυμάνθηκαν από 2.03 ± 1.05 βάρος σώματος/ημέρα για την ομάδα που διατράφηκε με σύμπληκτα, σε 1.58 ± 1.05 βάρος σώματος/ημέρα για την ομάδα των ψαριών που διατράφηκε με νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή.

Οι τιμές αυτές είναι παρόμοιες με εκείνες των Vlachos et al (2008), όπου οι κηχλιδοζέμπρες (*A.nigrofasciatus*) ταΐζονταν με σύμπληκτα και νιφάδες και μικρότερες ή περίπου ίδιες, από εκείνες των Soriano-Salazar & Hernando-Ocampo (2002), Luna-Figueroa (2003), Bahadir-Koca et al (2009) και Kasiri et al (2011), όπου τα νεαρά αγγελόψαρα (*Pterophyllum scalare*) ταΐζονταν με ζωντανές τροφές, σύμπληκτα και νιφάδες. Οι Verreth & Den Bieman (1987), διατύπωσαν ότι ο ειδικός αυξητικός ρυθμός (S.G.R) μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του ψαριού, εφόσον ο μεταβολισμός του ψαριού μειώνεται όταν το μέγεθος του ψαριού αυξάνεται.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) όταν χορηγούνται σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη είναι υψηλότερος (1.61 ± 1.01), εξαιτίας του μικρότερου συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής (1.01 ± 1.06), σε αντίθεση με τις νιφάδες που παρουσιάζουν μεγαλύτερο συντελεστή εκμετάλλευσης (FCR) (1.06 ± 0.78) της τροφής και μικρότερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) (1.25 ± 0.55).

Η τροφή είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και το μεταβολισμό του ψαριού (Raja, 2009). Η επιτυχία, εξαρτάται κυρίως από την επιλογή των τροφών οι οποίες περιέχουν όλα τα απαραίτητα συστατικά και τον σωστό τύπο τροφής που θα χορηγηθεί. Το κόστος της τροφής, εξαρτάται από την ποιότητα και την ταχύτητα βύθισης της τροφής στο ενυδρείο (Raja, 2009).

Ο ακριβής προσδιορισμός των απαιτούμενων επιπέδων σε πρωτεΐνες στα διακοσμητικά είδη εκτρεφόμενων ψαριών δεν έχει προσδιοριστεί πλήρως (Degani, 1993; Soriano-Salazar & Hernandez-Ocampo, 2002). Στα διακοσμητικά παμφάγα ψάρια οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 40-50% στο στάδιο των νεαρών και αναπτυσσόμενων ιχθυδίων (Garcia-Ulloa & Gomez-Romero, 2005; Bahadir et al., 2009).

Όταν τα διακοσμητικά ψάρια τρέφονται με τροφές υψηλές σε πρωτεΐνες τότε παρουσιάζουν καλύτερη ανάπτυξη (Degani, 1993). Οι Zuanon et al.,

(2006), αναφέρουν ότι τροφές με πρωτεΐνη της τάξης του 34% μπορούν να καλύψουν τις διατροφικές ανάγκες του νεαρού αγγελόψαρου. Στην παρούσα μελέτη οι δυο τύποι τροφών ήταν ισοπρωτεϊνικές, (40.14% πρωτεΐνη για την ομάδα που διατράφηκε με σύμπηκτα και 40.08% πρωτεΐνη για την ομάδα που διατράφηκε με νιφάδες), χωρίς να παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, $P>0.05$).

Η σχέση μεταξύ της πεπτικότητας και της βιοχημικής σύστασης της τροφής λαμβάνεται ως κριτήριο επιλογής εξαιτίας της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μεταβολισμού και διατήρησης της πρωτεΐνης. Η πρωτεΐνη είναι το πιο σημαντικό ενεργειακό συστατικό για την ανάπτυξη του ψαριού (Halver, 1972). Σε περίπτωση εκτροφής σαρκοφάγων ψαριών, οι ελάχιστες απαιτήσεις σε πρωτεΐνη κυμαίνονται από 40% έως 50% του περιεχομένου της ζωοτροφής (NCR, 1993).

Οι υψηλά πρωτεϊνούχες τροφές που χορηγούνται στα διάφορα εδώδιμα είδη ψαριών, αξιοποιούν σωστά την τροφή που τους παρέχεται την οποία χρησιμοποιούν για να αναπτυχθούν (Morais et al., 2001; Ruohonen et al., 2003).

Οι Soriano-Salazar και Hernadez-Ocampo (2002), αξιολόγησαν τη χρησιμοποίηση ζωντανών και εμπορικών τροφών στην ανάπτυξη του αγγελόψαρου (*Pterophyllum scalare*), καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η ζωντανή τροφή (*Daphnia pulex*) με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, είχε καλύτερη ανάπτυξη και υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης.

Τα αποτελέσματα των Soriano-Salazar και Hernadez-Ocampo (2002), δεν αποκλίνουν με αυτά του Luna-Figueroa (2003), οι οποίοι σύγκριναν δυο ζωντανές τροφές (*D.pulex* και *Culex quinquefasciatus*, με ποσοστά πρωτεΐνης 50,15 και 40,18% αντίστοιχα) με τρεις τύπους νιφάδες του εμπορίου με διαφορετικά επίπεδα πρωτεΐνης (45%, 43% και 27%) για την ανάπτυξη των νεαρών αγγελόψαρων. Και στις δυο περιπτώσεις υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της ανάπτυξης του ψαριού και της περιεκτικότητας της τροφής σε πρωτεΐνη.

Οι Sorgeloos et al (1986) και οι Vanhaccke et al (1990), επισημαίνουν ότι στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του κυπρίνου, *Cyprinus carpio*, συνίσταται η χορήγηση αποκελυφοποιημένων κύστεων artemia με τεχνητές σύνθετες τροφές (σύμπηκτα, νιφάδες), διότι συνδυάζονται από το ψάρι τα πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει η ζωντανή τροφή με την συνθετική τροφή. Ο συνδυασμός των τροφών έχει μακροχρόνια αποτελέσματα γιατί λειτουργεί ως στρατηγική εξοικονόμησης της τροφής (Lim et al., 2002). Οι Verreth et al., (1987), κατέληξαν

στο συμπέρασμα ότι οι διαφορές μεταξύ των φυσικών ιδιοτήτων και της κατάποσης της τροφής μειώνονται, όταν το ψάρι τρέφεται αποκλειστικά με ένα τύπο τροφής.

Οι Sautter et al., (2007), βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όταν το γατόψαρο (*Synodontis petricola*), τρέφεται με εμπλουτισμένες ζωντανές τροφές (58,5%-60,6% πρωτεΐνη), απ' ότι όταν τρέφεται με συνθετικά σιτηρέσια (51%). Οι Gorton et al., (2000), μελέτησαν το ψάρι κλόουν (*Amphiprion percula*), και βρήκαν το ίδιο τελικό βάρος όταν χορηγούνταν τρεις διαφορετικές αγωγές με τρεις διαφορετικούς τύπους τροφής [σύμπηκτα (με υψηλή πρωτεΐνη), σύνθετη/ζωντανή τροφή και σύνθετη/φυσική τροφή].

Στην παρούσα μελέτη η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER), εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που χορηγούνταν νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή (3.11 ± 1.37), σε σχέση με τα σύμπηκτα (2.02 ± 1.26), παρουσιάζοντας σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις δυο διατροφικές αγωγές (t-test, $P < 0.05$).

Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται αφενός μεν στη χαμηλή αποτελεσματικότητα της τροφής, με αποτέλεσμα το ψάρι να μην αφομοιώνει καλά το ίδιο ποσοστό πρωτεΐνης και αφετέρου δε, ο οργανισμός του ψαριού συντηρεί την πρωτεΐνη και τη διοχετεύει για την αύξηση βάρους (σωματική ανάπτυξη), με ταυτόχρονη αξιοποίηση της μη πρωτεϊνικής ενέργειας (λίπη) της τροφής για μεταβολική ενέργεια (De Silva & Anderson, 1995).

Επίσης, η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI), είναι υψηλότερη όταν χορηγείται ως τροφή σύμπηκτα (2.7 ± 0.30), σε σχέση με τις νιφάδες όπου παρουσίασαν μικρότερη ημερήσια πρόσληψη της ενέργειας (2.4 ± 0.01), παρουσιάζοντας σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, $P < 0.05$).

Η επιλογή της τροφής από τα ψάρια συνιστά την επανεξέταση ορισμένων φυσικών και χημικών κριτηρίων που σχετίζονται με την πρόσληψη της τροφής, όπως η κατάποση και η γευστικότητα της τροφής (Leger et al., 1987). Η κατάποση της τροφής εξαρτάται, από το μέγεθος και τη γευστικότητά της. Το μέγεθος παίζει σημαντικό ρόλο και συνδέεται άμεσα με το μέγεθος της στοματικής κοιλότητας, προκειμένου το ψάρι να επιλέξει τροφή και να αναπτυχθεί (Verreth, 1994).

Ο ρυθμός ανάπτυξης, η μετατρεψιμότητα της τροφής, η χημική σύσταση του σώματος, η παραλλακτικότητα του βάρους, η επιβίωση, ο συντελεστής

ευρωστίας, η ποιότητα του νερού καθώς και η πεπτικότητα των συστατικών της τροφής επηρεάζεται από τον αριθμό των γευμάτων (Phillips et al., 1998 ; Usmani et al., 2003 ; Yamamoto et al., 2007).

Στην παρούσα πειραματική εκτροφή η συχνότητα των γευμάτων καθορίστηκε στα 3 γεύματα ανά ημέρα με σταθερή ώρα χορήγησης ανά 4 ώρες, καταδεικνύοντας διαφοροποιήσεις στην ανάπτυξη και επιβίωση του ψαριού, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές. Σύμφωνα με τους Tsevis et al (1992), η προτεινόμενη συχνότητα γευμάτων αντιστοιχεί σε 3 γεύματα ανά ημέρα, με διαφορά 6 ωρών.

Η αύξηση βάρους και στις δυο χορηγηθείσες πειραματικές δίαιτες πιθανόν να οφείλεται στη χρονική διάρκεια καθώς και στον χρόνο και στο ρυθμό κατά τον οποίο λάμβανε χώρα η διατροφή (Raja, 2009). Αφού ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών γευμάτων είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας καθώς δεν θα πρέπει να είναι μικρότερος από τον ολικό χρόνο που οι τροφές από προηγούμενο γεύμα υπάρχουν στο ενυδρείο.

Ο χρόνος τροφοληψίας ήταν σταθερός και όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα η ύπαρξη μεγάλων περιόδων μεταξύ των γευμάτων μπορεί να είναι ωφέλιμη για την αύξηση των ψαριών μιας και το επαναλαμβανόμενο τάισμα στη διάρκεια μεγάλων περιόδων καθημερινά, αυξάνει την κολυμβητική δραστηριότητα και την κατανάλωση ενέργειας κάτι το οποίο δεν είναι επιθυμητό.

Σε όλα τα ενυδρεία, παρατηρήθηκε αύξηση της τροφοληπτικής ικανότητας του ψαριού το δεύτερο δεκαπενθήμερο του πειράματος. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην περίοδο εγκλιματισμού και στην αύξηση της όρεξης κατά την διάρκεια του πειράματος, καθώς αλλά και στην αποδεκτικότητα της τροφής. Οι Kasiri et al (2011), στην έρευνά τους καταδεικνύουν την σημαντικότητα της συχνότητας των γευμάτων στην ανάπτυξη και στον ρυθμό επιβίωσης του τροπικού αγγελόψαρου μέσου βάρους 0,87g. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς τους, τα αγγελόψαρα παρουσιάζουν καλύτερο ρυθμό μετατροπής της τροφής (F.C.R), όταν ο αριθμός των γευμάτων είναι 2 ή 4, σε σχέση με ένα γεύμα την ημέρα.

Επίσης, οι Pantazis & Neofitou (2003), στην έρευνά τους, αναφέρουν ότι το γατόψαρο *Clarias gariepinus*, μέσου βάρους 102.2gr, παρουσίασε υψηλότερες τιμές στην αύξηση του βάρους (WG), στον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR) και χαμηλότερες τιμές στο ρυθμό εκμετάλλευσης της τροφής (FCR), όταν ταΐζονταν

μέχρι κορεσμού (*ad libitum*). Σε άτομα ποταμολάβρακου, *Sander lucioperca*, τα οποία σιτίζονταν με περιορισμένο επίπεδο διατροφής (0.8-1.0% ζώντος βάρους ψαριού) δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές στον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR) και στον συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής (FCR) (Zakes et al., 2006a).

Στο εν λόγω πείραμα, οι κηχλιδοζέμπρες, που ταΐζονταν με σύμπηκτα ήταν περισσότερο επιθετικές, κινητικές και αναπαραγωγικά δραστήριες, σε σχέση με τη διατροφική ομάδα που ταΐζονταν με νιφάδες. Φαίνεται ότι η διατροφική αγωγή με σύμπηκτα καλύπτει πλήρως τις διατροφικές απαιτήσεις της κηχλιδοζέμπρας, *Archocentrus nigrofasciatus*, κάνοντας τα ψάρια να αποκτούν ενεργή συμπεριφορά και να οδηγούνται πιο γρήγορα σε αναπαραγωγή, σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με νιφάδες.

Σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία η τελική επιβίωση ήταν υψηλότερη στην ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με νιφάδες (90%), σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με σύμπηκτα, η οποία παρουσίασε μικρότερη επιβίωση της τάξης 76,7%, η οποία οφείλεται στην ανάπτυξη της αναπαραγωγικής δραστηριότητας και ερμηνεύεται ως την έντονη εμφάνιση της γονικής φροντίδας και αύξηση της επιθετικότητας. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι παρόμοια με εκείνα που αναφέρονται στους Vlachos et al (2008).

Οι Lim et al (2002), αναφέρουν ότι η ανθεκτικότητα των ψαριών στο stress, μεταξύ των άλλων επηρεάζεται από την ποιότητα του νερού εκτροφής, τις ελλείψεις στη διατροφή και την προδιάθεση του ψαριού σε ασθένειες.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού (pH:6.5-7.4, T°C:25°C, Διαλυμένο οξυγόνο: 8.19-8.21mg/L) διατηρούνται σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος για την κηχλιδοζέμπρα, *Archocentrus nigrofasciatus*, χωρίς να αποκλίνουν από το εύρος των τιμών που προτείνεται από τους Axelrod et al (1997), Axelrod & Sweeney (1992), Maitre-Allain & Piednoir (2009) για εκτροφή των διακοσμητικών ψαριών σε ενυδρεία.

Η κατανάλωση οξυγόνου και η έκκριση αμμωνίας, από τα ψάρια, μειώνονται με την αύξηση της συχνότητας των γευμάτων. Η χορήγηση της τροφής σε περισσότερα από ένα γεύματα ημερησίως, δεν προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας του νερού εκτροφής, χωρίς να επηρεάζει τη βιωσιμότητα του ενυδρείου (Phillips et al., 1998 ; Seginer, 2008).

Σε όλη τη διάρκεια της εκτροφής το σιτηρέσιο ήταν σταθερό σε ημερήσια βάση και η τροφή καταναλώνονταν αμέσως από τα ψάρια, όπως για παράδειγμα τα σύμπηκτα καταβροχθίζονταν πιο γρήγορα σε σχέση με την ομάδα που τρέφονταν με νιφάδες. Η θρεπτική αξία μιας τροφής για ένα είδος ψαριού, σχετίζεται με το βαθμό της σχέσης μεταξύ της βιοχημικής σύνθεσης της τροφής και των διατροφικών απαιτήσεων του είδους (Walker et al.,1998). Η σχέση αυτή μεταβάλλεται, ανάλογα με το είδος που μελετάται, το στάδιο ανάπτυξης, τις φυσικές συνθήκες, ως μια λειτουργία της ανάπτυξης του ψαριού και των συνθηκών εκτροφής.

Ο ρυθμός μεταβολισμού αυξάνεται έντονα και εκφράζεται ως ο ρυθμός με τον οποίο εκκρίνεται η αμμωνία στα ενυδρεία, ενώ συνδέεται με το αυξημένο ενεργειακό κόστος της διαδικασίας της πέψης και αφομοίωσης των θρεπτικών συστατικών της τροφής αμέσως μετά τη λήψη της τροφής (Jobling, 1981; Jobling, 1983a ; Seginer, 2008).

Τέλος, η διατροφή των ψαριών με σύμπηκτα φαίνεται να βελτιώνει τις επιδόσεις στην ανάπτυξη των νεαρών *Archocentrus nigrofasciatus*, ωστόσο απαιτείται εκτεταμένη έρευνα σε ότι αφορά στη φυσιολογία της θρέψης του ψαριού αυτού, σχετικά με τις τεχνικές σίτισης, τον τύπο της τροφής και τις στρατηγικές που χρησιμοποιούνται σε κάθε διατροφική αγωγή.

4.2 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτη καταδεικνύουν τη διατήρηση και το επίπεδο της βέλτιστης ανάπτυξης της κηχλιδοζέμπρας, *Archocentrus nigrofasciatus*, σε ενυδρεία, αποτυπώνοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα για την επίδραση του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην επιβίωση και ανάπτυξη του είδους.

Το χρονικό διάστημα της πειραματικής εκτροφής ορίστηκε στις 30 ημέρες αφού η κηχλιδοζέμπρα που μελετήθηκε βρίσκονταν στο στάδιο του νεαρού και αναπτυσσόμενου ιχθυδίου (PL 30- ημέρες μετά την εκκόλαψη) με μέσο βάρος 1.08 ± 0.07 g. Επίσης, κατά τη διάρκεια της πειραματικής εκτροφής (30 ημέρες), οι νεαρές και αναπτυσσόμενες κηχλιδοζέμπρες διπλασίασαν περίπου το βάρος τους και στις δυο διατροφικές αγωγές.

Συνεπώς:

- Η κηχλιδοζέμπρα, *Archocentrus nigrofasciatus* καταναλώνει με μεγάλη προθυμία τα σύμπηκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, παρουσιάζοντας μεγαλύτερη αύξηση βάρους σε σχέση με τις νιφάδες που παρουσίασαν τη μικρότερη, χωρίς όμως να παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές.
- Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) και η αύξηση βάρους (WG), είναι μεγαλύτεροι όταν τα ψάρια τρέφονται με σύμπηκτα, σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή σε σχέση με τις νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή.
- Η τροφή είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και το μεταβολισμό του ψαριού. Η επιτυχία και η διαχείριση της εκτροφής, εξαρτάται κυρίως από την καταλληλότητα και αποδοτικότητα της τροφής. Συνεπώς, οι νεαρές κηχλιδοζέμπρες παρουσιάζουν καλύτερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) όταν τρέφονται με σύμπηκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, εξαιτίας του μικρότερου συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής (FCR) που παρουσιάζουν.
- Η σχέση μεταξύ της πεπτικότητας και της βιοχημικής σύστασης της τροφής λαμβάνεται ως κριτήριο επιλογής εξαιτίας της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μεταβολισμού και τη διατήρηση της πρωτεΐνης. Η πρωτεΐνη είναι το πιο σημαντικό ενεργειακό συστατικό για την ανάπτυξη του ψαριού. Οι τροφές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα πειραματική διαδικασία ήταν ισοπρωτεϊνικές και σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις των διακοσμητικών ψαριών.
- Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER) εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που χορηγούνταν νιφάδες σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή, ενώ η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI), είναι υψηλότερη όταν χορηγούνται σύμπηκτα σε συνδυασμό με την κατεψυγμένη τροφή.
- Τα ψάρια που ταΐζονταν με σύμπηκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή ήταν περισσότερο επιθετικά, κινητικά και αναπαραγωγικά δραστήρια παρουσιάζοντας επιβίωση 74.6%.

Φαίνεται ότι η αγωγή με σύμπηκτα καλύπτει πλήρως τις διατροφικές απαιτήσεις της κηχλιδοζέμπρας, *Archocentrus nigrofasciatus*, κάνοντας τα ψάρια να αποκτούν ενεργή συμπεριφορά και να οδηγούνται πιο γρήγορα σε αναπαραγωγή, σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με νιφάδες.

- Τέλος, η διατροφή των ψαριών με σύμπηκτα φαίνεται να βελτιώνει τις επιδόσεις στην ανάπτυξη των νεαρών ατόμων *Archocentrus nigrofasciatus*, ωστόσο απαιτείται εκτεταμένη έρευνα σε ότι αφορά στη φυσιολογία της θρέψης του ψαριού αυτού, σχετικά με τις τεχνικές σίτισης, τον τύπο της τροφής, τη συχνότητα χορήγησης της τροφής και τις στρατηγικές που χρησιμοποιούνται σε κάθε διατροφική αγωγή.

Abstract

The breeding of ornamental fish lay their eggs on a substrate and show parental care, developing into a new and exponentially growing industry around the world, including Greece. The aim of this study is to present the effect of different types of food on survival and growth rate of *Archocentrus nigrofasciatus*.

60 fish of average weight 1.08 ± 0.06 g and average length of 3.53 ± 0.26 cm, which were produced by females of *Archocentrus nigrofasciatus*, in captivity, were placed in 6 aquaria of 40 L. The fish were divided into two dietary treatments (Food I and Food II) of 30 individuals per experimental group (10 per each aquarium) at a temperature of 25 °C. The provided food was a combination of pellets, flakes and frozen food and equally in protein (40%), three times daily for 30 days.

The results showed that the fishes prefer fed with pellets combined with frozen food, in relation to flakes at 25 °C, because they have higher Specific Growth rate (SGR) (2.03 ± 1.05), Weight Gain (WG) (0.87 ± 0.54) and Food efficiency (FE) (1.61 ± 1.01), due to lower Food Consumption Rate (FCR) (1.01 ± 1.06). Survival Rate was bigger (90%) when the fish fed flakes food combined with frozen food due to the limited aggression that they have shown shown and their lower reproductive activity.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Anderson, J., Jackson, A.J., Matty, A.J., and Capper, B.S., (1984). Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*. 37:303-314.
- Anderson, T., De Silva, S., (2003). Nutrition. In «Aquaculture: farming aquatic animals and plants» Eds. J.S. Lucas & P.C.Southgate, Publ. Blackwell Publishing, oxford, England.
- Appler, H.N., (1985). Evaluation of *Hydrodictyon reticulatum* as protein source in feeds for the *Oreochromis* (Tilapia) *niloticus* and *Tilapia ziiili*. *J.Fish. Biol.*27:327-334.
- Araujo-Lima, C.A.R.M., Portugal, L.P.S., and Ferreira, E.G. (1986). Fish Macrophyte relationship in the Anavihanas Archipelago, a black water system in the Central Amazon. *J. Fish.Biol.*29:1-11.
- Ashok, A., Rao, D.S., and Raghuramulu, N., (1998). Vitamin D is not an essential nutrient for Rora (*Labeo rohita*) as a representative of freshwater fish. *J.Nutr.Sci. Vitaminol.*44:195-205
- Assosiation of Official Agricultural Chemist (A.O.A.C), (1990). Official methods of analysis of AOAC international. Published by Journal of AOAC International, Eds. W, Horwitz & G.W.Lotimar. Maryland, USA.,pp82.
- Axelrod, H. R., Burgess, W. E., Pronek, N., and Walls, J. G.,(1997). Dr. Axelrod's Atlas of Freshwater Aquarium Fishes. T. F. H. Publications, Inc. New Jersey, USA, 1152 p.
- Axelrod, R.H and Sweeney, E.M., (1992). The Fascination of Breeding Aquarium Fish. T.F.H. Publications, Inc, Plaza, Neptune City. United States.
- Azzaydi, M., Rubio, F.C., Martinez, F.J., Zamora, S., Sanchez-Vazquez, F.J., Madrid,J.A., (1999).E ffect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythms, growth in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 170:253-266.
- Bahadir, K.S., Diler, I., Dulluc, A., Yigit, N.O and Bayrak, H. (2009). Effect of different feed types and feed conervation ratio of angelfish (*Pterophyllum scalare*, Lictenstein, 1823). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3: 6-10.

- Barley, A., Coleman, M.R. (2010). Habitat structure directly affects aggression in convict cichlids *Archocentrus nigrofasciatus*. *Current Zoology*, 56 (1):52-56.
- Barrows, F.T., Hardy, R.W.,(2004). Nutrition and feeding. In «Fish hatchery management», Ed. G.A. Wdemayer (2nd Edition), American Fishery Society, Bethesda, Maryland.
- Bernstein, J.W., 1980. Parental care in the Cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatus*. *Copeia*, 80 (40): 682-686.
- Blummer, L.S., (1979). Male parental care in the bony fishes. *Quart. Rev.Biol.*,54:179-161.
- Brown, M.M., and Hofman, S., (2002).Effects of irradiance and growth phase on the ascorbic acid content of *Isochrysis* sp. T.ISO (Prymnesiophyta). *J.Appl.Phycol.*14:211-214.
- Chapman, F.A., SA. Fitz- Coy, E.M. Thunberg and C.M. Adams., (1997). United States of America trade in Ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society*. 28:1-10.
- Cho, C.Y., Bureau, D.P., (2001). A review of the diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture Research*, 32 (Supl.1): 349-360
- Chou, B.S., and Shiau, S.Y., (1996).Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. *Aquaculture*. 143:185-195
- Coloso, R.M., Benitez, L.V., and Tiro, L.B., (1988). The effect of dietary protein-energy levels on growth and metabolism of milkfish (*Chanos chanos*, Fosksal). *Vom.Biochem.Physiol.*89A:11-17.
- Company, R., Calduch-Giner, J.A., Kaushik, S., Perez-Sandches, J., (1999). Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): risks and benefits of high energy diets. *Aquaculture*, 171:279-292
- Cripps, S.J., Bergheim, A., (2000). Solid management and removal for intensive land base aquaculture nproduction systems. *Aquaculture Engineering*, 22:35-56.
- Dabrowska, H., Gilnther, K.D., and Meyer-Burgdorff, K.,(1989a). Availability of various magnesium compounds to tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*.76:269-276.

- Dabrowski, K., and Portella, M.C., (2006). Feeding plasticity and nutritional physiology in tropical fish. A.L.Val, V.M.F. de Almeida-Val and D.F. Randall, Elsevier, London. 155-208.
- De Silva, S.S., Gunasekera, B.M., and Atapattu, D., (1989). The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. *Aquaculture*, 80:271-284.
- De Silva, S.S., and Anderson, A.T., (1995). *Fish nutrition in Aquaculture*. Published by Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row, London, SE1 8HN. pp 318.
- Degani G. (1993). Growth and body composition of juveniles of *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) at different densities and diets. *Aquaculture and Fisheries Management*, 24:725-730.
- Dioundick, O.B., and Stom, D.I., (1990). Effects of dietary α-cellulose levels on the juvenile tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Petters). *Aquaculture*. 91:311-315.
- Earle, K.E., (1995). The nutritional requirements of ornamental fish. *Vet. Q.* 17 (1):S53-S55.
- El-Saidy., Gaber, M., (2003). Replacement of fish meal with a mixture of different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets *Aquaculture Research*, 34:1119-1127.
- Eroldogan, O.T., Suzer, C., Tasbozan, O., Tabakoglu, S., (2008). The effect of rate restricted feeding regimes in cycles on digestive enzymes of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8:49-54.
- FAO (2007). *Cage aquaculture. Regional reviews and global overview*. FAO Fisheries Technical Paper. No, 498, Rome, 2007. <http://www.fao.org/dovrep>
- Figuerola, T.J., Berrum, R.G., and Luna, F.J., (1977). Reproduccion del pez angel *Pterophyllum scalare*, var. Perlada, p 109, in V Congreso Nacional de Ictiologia, Mazatlan Sinaloa, Mexico.
- Fornshell, G., Hinshaw, J.M., (2008). Better management practices for flow-through aquaculture systems. In «Environmental best management practices for aquaculture» Eds. C.S. Tucker & A.Hargreaves, Pub. Blackwell Publishing, oxford, UK.

- Fracalossi, D. M., Allen, M.E., Yuyama, I.K., and Oftedal, O.T., (2001). Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. *Aquaculture*. 192:321-332.
- Gallagher, M.L., Conklin, D.E., Sifri, M., (1976b). effects of varying calcium phosphorus ratios in diets fed to juvenile lobster (*Homarus americanus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, A60:467-471.
- Garcia-Ulloa, M. & Gomez-Romero, H.J. (2005). Growth of angel fish *Pterophyllum scalare* juveniles fed inert diets. *Avances en Investigacion Agropecuaria*, 9(3): 49-60
- Gianquinto, P.C., and Volpato, G.L., (2001). Hunger suppresses the onset and the freezing component of the antipredator response to conspecific skin extract in Pindato catfish. *Behaviour*. 138:1205-1214.
- Goldan, O., Popper, D., Karplus, I., (1997). Management on size in juvenile gilthead sea bream (*Sparus auratus*). I: Particle size and frequency of feeding dry and live food. *Aquaculture*, 152:181-190.
- Gordon, A.K., Kaiser, H., Britz, P.J., Hecht, T., (2000). Effect of feed type and age at weaning on growth and survival of clownfish *Aphiprion percula* (Pomacentridae). *Springer Aquarium Sciences and Conservation*. 2(4):215-226.
- Goulding, M., (1980). *The Fishes and the Forest. Explorations in Amazonian Natural History*. «University of California Press, Berkley, Los Angeles and London.
- Grant, J. W.A., Girard, I. L., Breau, C & Weir, L.K. (2002). Influence of the food abundance on the competitive aggression in juvenile convict cichlid. *Animal Behavior*, 63, 323-330.
- Gross, M.M and Sargent, R.C., (1985). The evolution of male and female parental care in Fishes. *Amer. Zool.* 25:807-822.
- Guillaume, J., Metailler, R., (2001). Anti nutritional factors. In: «Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans» Eds. J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot & R. Metailler, Publ. Springer Praxis Publishing, Chichester, UK.
- Gumm, M.J & Itzkowitz, M., (2007). Pair-bond formation and breeding-site limitation in the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus*. *Acta Ethology*. 10:29-33.

- Gunasekera, R.M., Shim, K.F., and Lam, T.J., (1996). Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 146:245-259.
- Halver, J. E., (1972). *Fish Nutrition*. Academic Press, Inc. London, UK, 223 p.
- Henderson, R.J., Tillmanns, M.M., and Sargent, J.R., (1996). The lipid composition of two species of Serrasalmid fish in relation to dietary polyunsaturated fatty acids. *J.Fish.Biol.*48:522-538.
- Hoffer, R., (1985). Effects of artificial diets on the digestive process of fish larvae. *Nutrition and Feeding of Fish*. In: C.Cowey, A.Mackie and J.Bell. Academic Behaviour, 63:323-330.
- Hossain, M.A.R., Haylor, G.S., Beveridge, M.C.M., (2001). Effect of feeding time and frequency on the growth and feeding utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchellm 1822) fingerling. *Aquaculture Research*, 32:999-1004.
- Jobling, M., (1981). The influence of feeding on the feeding frequency on the food intake and growth of plaice, *Pleuronectes platessa* L., *Journal of Fish Biology*., 20:431-444.
- Jobling, M., (1983a). Toward an explanation of specific dynamic action (SDA). *Journal of Fish Biology*., 23:549-555.
- Kasiri, M., Farah, A., Sudagar, M., (2011). Effects of feeding frequency on growth and survival rate of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Rorum*., 2(2):97-102.
- Kato, K., Ishibashi, Y., Murata, O., Nasu, T., Ikeda, S., and Kumai, H., (1994). Qualitative water soluble vitamin requirements of Tiger puffer. *Fisheries Sci.*60:589-596.
- Kaushik, S.J., Coves, D., Dutto, G., Blanc, D. (2004). Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of marine teleost, the European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 230:391-404.
- Keenleyside, M.H.A., (1991). Parental Care, in *Cichlid Fishes: Behaviour, Ecology and Evolution*, Keenleyside, M.H.A.L. et al., Eds., London: Chapman Hall, 1991.
- Khan, M. A., and Jafri, A.K., (1993). Quantitative dietary requirements for some indispensable amino acids in the Indian major carp, *Labeo rohita* (Jamilton) fingerling. *J.Aquacult.trop.* 8:67-80.

- Kihara, M., and Sakata, T., (1997). Fermentation of dietary carbohydrates to short – chain fatty acids by gut microbes and influence on intestinal morphology of a detritivorous teleost tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 118A:1201-1207.
- Kodric-Brown, A., (1989). Dietary carotenoids and male mating success in the guppy: And environmental component to female choice. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25:393-401.
- Kraul, S., (2006). Live Food for Marine Fish Larvae. En Editores: L. Elizabeth Cruz Suarez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G . Nieto Lopez, David A. Villarreal, Ana C. Puello Cruz y Armando Garcia Ortega. *Avances en Nutricion acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola 15-17 Noviembre. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. ISBN 970-694-333-5.*
- Kraul, S., Ako, H., Nelson, K., Brittain, K., and Ogasawara, A., (1992). Evaluation of live feeds for Larval and Post larval Mahimahi, *Coryphaena hippurus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 23(4):299-306.
- Laso, J.P., Davis, D.A., Arnold, C.R., (1998). The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano *Trachinotus carolinus*. *Aquaculture* 169:225-232.
- Lavery, R. J. and Keenleyside, M. H. A. (1990). Parental investment of a biparental cichlid fish, *Cichlasoma nigrofasciatum*, in relation to brood size and past investment. *Animal Behaviour*, 40: 128–1137.
- Léger, P., Bengston, D. A., Sorgeloos, P., Simpson, K. L., and Beck, A. D., (1987). The nutritional value of *Artemia*: a review. *Artemia research and its applications*. Vol. 3. In: P. Sorgeloos, D. A. Bengston, W. Decleir and E. Jaspers, editors. Universal Press, Wetteren, Belgium. pp. 357-372.
- Lehtonen, K.T and Lindstrom, K. (2008). Density dependent sexual selection in the monogamous fish *Archocentrus nigrofasciatus*. *Oikos*, 117:867-874.
- Lehtonen, T.K., and Lindstrom, K., (2008). Density-dependent sexual selection in the monogamous fish *Archocentrus nigrofasciatus*. *Oikos* 117: 867-874.
- Lim, L. C., Cho, Y. L., Dhert, P., Wong, C.C., Nelis, H., and Sorgeloos, P., (2002). Use of decapsulated *Artemia* cysts in ornamental fish culture. *Aquaculture Research*. 33:575-589.

- Lim, L.C., and Wong, C.C., (1997). Use of the rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas, in Freshwater ornamental fish larviculture. *Hydrobiologia*.358:269-273.
- Liu, F., Lia, I.C., (1999). Effect of feeding regimen on the food consumption, growth, and body composition, in juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel). *Aquaculture Research*, 31:917-91.
- Luna-Figueroa, J.,(2003). *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae): Influencia de alimento vivo en la reproducción y el crecimiento. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>), pp.55-65.
- Luna-Figuerora, J., (1999). Influencia de alimento vivo sobre la reproducción y el crecimiento del pez angel *Pterophyllum scalare* (Pirciformes: Cichlidae): *Acta Universitaria*. 1:21-29.
- Luna-Figuerora, J., (2003). *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae): Influencia de alimento vivo em la reproducción y el crecimiento. Disponível em: 'http://www.civa2003.org.' Acesso em 12/08/05.
- Luna-Figuerora, J., Figuerora –Torres., J.Y., Hernandez de la Rosa, L.P., (2000). Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez angel, *Pterophyllum scalare* variedad perlada (Pisces:Cichlidae). *Ciencia Y Mar*.4:3-9.
- MacKinnon, A.D., Duggan, S., Nichols., P.D., Rimmer,M.A., Semmers, G., and Robino, B., (2003). The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in Aquaculture, 223(1-4):89-106.
- Magurran, A.E., and Queiroz, H.L.,(2003).Panther choice in Piranha shoals. *Behaviour*. 140:289-299.
- Maitre-Allain, T and Piednoir, C., (2009). Ο πλήρης Οδηγός για το Τροπικό και Θαλασσινό Ενυδρείο, Εκδόσεις Καρακατσώγλου, Αθήνα. σς 281.
- Morais, S., Bell, J. G., Robertson, D. A., Roy, W. J., and Morris, P. C., (2001). Protein/lipid ratios in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilization, muscle composition and liver histology. *Aquaculture*. 203:101-119.

- Nakazawa, T. and Yamamura, N., (2009). Theoretical Considerations for the Maintenance of Interspecific Brood Care by a Nicaraguan Cichlid Fish: Behavioral Plasticity and Spatial Structure, *J. Ethol.*, 27(1):67–73.
- National Research Council (1993). Nutrient requirements of fish. National Research Council of the United States, Committee on Animal Nutrition, Publ. National Academy Press, Washington, D.C.
- Noset, T., (1979). In: "Summary report on the requirements of essential amino acids for corp. Proceeding of World Symposium on the Finfish Nutrition and Fish feed technology 20-13 June 1978. Pp145-156.
- Olvera-Naoa, M.A., Gasca-Leyva, E., and Martinez-Palacios, C.A., (1996). The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspilum* Hubbs, 1935 (Pisces:Cichlidae) fry. *Aquaculture Research*.27:167-173.
- Ortega-Salas, A.A., Cortez, I., and Bustamante, H.R., (2009). Fecundity, growth and survival of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) under laboratory conditions. *Rev. Biol. Trop*, 57:741-747.
- Pantazis, P.A., Neofitou, C.N., (2003). Feeding frequency and feed intake in the African cat fish *Clarias gariepinus* (Burcell, 1822). *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 55(3):160-168.
- Pantazis, P.A., (2005). Protein to energy ration in African catfish fed Purified Diets: *Is clarias cariepinus* (Burchell) and ordinary carnivore?. *Archiven of Pilish Fisheries*, 13(2):157-170.
- Perez, E., Diaz, F., and Espina, S., (2003). Thermoregulatory behavior and critical thermal limits of the angelfish, *Pterophyllum scalare*, (Lichtenstein) (Pisces:Cichlidae). *Journal of thermobiology*. 28:521-537.
- Phillips, T.A., Summerfelt, R.C., Clayton, R.D., (1998). Feeding frequency effects on water quality and growth of walleye fingerlings in intensive culture. *The Progressive Fish- Culturist*, 66:1-8.
- Purser, J., Forteach, N., (2003). Salmonids. In: « Aquaculture: farming aquatic animals and plants». Eds. J.S. Lucas & P.C. Southgate. Publ. Blackwell Publishing Oxford, England. pp.259-320.
- Raja, J. (2009). Temporal costs of feeding and predation time in *Betta splendens* (Regan) in the Relation to Body Weight feed type and sex. *Tropical Life Sciences Research*, 20 (1), 7-16.

- Rao, D.S., and Raghuramulu, N., (1999). Vitamin D3 and its metabolites have no role in Calcium and phosphorus metabolism in *Tilapia mossambica*. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 45:9-19.
- Rathasabapathi, D., Burns, J and Soucek, R. (1992). Effects of temperature and prior residence on the territorial Aggression in the convict cichlid *Cichlasoma nigrofasciatum*. Aggressive behavior, 18 (5): 365-372.
- Reyes-Bestamante, H., (1999). Evaluacion y optimizacion de la produccion de microalgas del rotifer *Brachionus plicatilis*, y del cladocero, *Daphnia magna*, bajo diferentes condiciones de cultivo. Tesis Doctoral. Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Academica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico.
- Ricker, W.E., (1979). Growth rates and models. Fish physiology, Vol.VIII, Bionergetics and growth. In: W.S.Hoar, D.J.Randall and J.R. Brett, editors. Academic Press, New York, USA.pp.599-675.
- Robert, J.L , & Keenleyside, H.M. (1990). Parental investment of a biparental cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatum*, in reation to brood size and Past investment. Animal Behaviour. 40:1128-1137.
- Robinson, E. H., LaBomascus, D., Brown, P.B., and Linton, T.L., (1987).Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium free water. Aquaculture.64:267-276.
- Rogers,W.,(1995). Female choice predicts the best father in a biparental fish, the Midas cichlid (*Cichlasoma citrinellum*). Ethol., 100: 230-241.
- Roubach, R., and Saint Paul, U., (1994).Use of fruits and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)(Pisces, Characidae). J.Appl.Ichthyol.10:134-140.
- Ruohonen, K., Koskela, J., Vielma, J., and Kettunen, J., (2003). Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): analysis of growth and nutrient utilization in mixture model trials. Aquaculture. 225:27-39.
- Sales, J and Janssens, G.P.J., (2003). Nutrient requirements of ornamental fish. Aquatic living Resources. 16:533-540.
- Sandford, G., (2004). The Tropical Aquarium.Mini encyclopedia. Publishing by Interpet Publishing Vincent Lane, Dorking, Surrey, RH4 3YX, England. pp208.

- Santiago, C.B., and Lovell, R.T., (1988). Amino acid requirements of growth of Nile tilapia. *J.Nutr.*118:1540-1546.
- Sargent, R.C., and J.B. Gebler., (1980). Effects of nest concealment on hatching success, reproductive success, and paternal behaviour of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*. *Behav.Ecol.Sociobiol.*,7:137-142.
- Sauter, J., Kaiser, H., Focken, U., Becker, K., (2007). *Panagrellus redivivus*, as a live food organism in the early rearing of the early of the catfish (*Synodontis petricola*). *Aquaculture Research*. 38:653-659.
- Scott, W.P., (1988). *A Fishkeeper's Guide to Livebearing Fishes*. Editor Roger G., Published by Tetra Press. Salamander Books Ltd.United States. pp117.
- Seginer., I., (2008). A dynamic fish digestion assimilation model: oxygen consumption and ammonia excretion in response to feeding. *Aquaculture International*. 16(2):123-142.
- Shim, K.F., Landesman, L., and Lam, T.J., (1989). Effect of dietary protein on growth, ovarian development and fecundity in the dwarf gourami, *Colisa ladia* (Hamilton). *J.Aquacult. Trop.*4 ;111-123.
- Siau, S., and Huang, S., (1989). Optimal dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O.aureus*) reared in seawater. *Aquaculture* 81:119-117.
- Sibbing, F.A.,(1998).Specializations and limitations in the utilization of food resources by the carp, *Cyprinus carpio*,:A study of oral food processing. *Environ. Biol.Fish* 22:161-178.
- Smith, C., and Wooton, J.R., (1995). Experimental analysis of some factors affecting parental expenditure in *Cichlasoma nigrofasciatum* (Cichlidae)
- Soliman, A.A.K., Jauncey, K., and Roberts, R.J., (1994).Water soluble vitamin requirements of tilapia:Ascorbic acid (vitamin C)requirement of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquacult. Fish. Manag.*25:269-278.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Léger, P., Tackaert, W., and Versichele, D., (1986). *Manual for the culture and use of the brine shrimp Artemia in Aquaculture*. Faculty of Agriculture, State University of Gent, Belgium. 224 p.
- Soriano-Salazar, M. B., y Hernández-Ocampo, D., (2002). Tasa de crecimiento del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichidae) en condiciones de laboratorio. *Acta Universitaria*. 12:28-33.

- Soriano-Salazar, M.B. and Hernandez-Ocampo, D. (2002). Tasa de crecimiento del pez angel *Pterophyllum scalare* en condiciones de laboratorio. *Acta Univers.*, 12(2):28-33.
- Southgate, P. (2003). Feeds and feed production. In «Aquaculture: farming aquatic animals and plants» Eds. J.S. Lucas & P.C. Southgate. Publ. Blackwell Publishing Oxford, England.
- Spotte, S. (1992) *Captive Seawater Fishes*. John Wiley & Sons, New York. 942pp.
- Suresh, V. (2003). Tilapias. In «Aquaculture: farming aquatic animals and plants» Eds. J.S. Lucas & P.C. Southgate. Publ. Blackwell Publishing Oxford, England.
- Talbot, C., Cornellie, S., Korstaen, O., (1999). Pattern of feed intake in four species of fish under commercial farming conditions: implication of feeding management. *Aquaculture Research*, 30:509-518.
- Tamaru, S.C. and Ako, H., (2000). Using Commercial feeds for the culture of Fresh water ornamental fishes in Hawaii. UJNR Technical Report No 28. United States Department of Agriculture, Center for Tropical and Subtropical Aquaculture: Project «Expansion and Diversification of Freshwater Tropical Fish Culture –Year 3» Contract No 97-105, Grant No.97-38500-4042.
- Townsend, J.T and Wootton, J.R.(1984). Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum*. *J.Fish.Biol.*, 24:91-104.
- Tseves, N., Klaoudatos, S., Conides, A., (1992). Food conversion budget in the sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerling under two different feeding frequency patterns. *Aquaculture*, 101:293-304
- Usmani, N., Jafri. A.K., Khan, M.A., (2003). Nutrient digestibility studies in *Heteropneustes fossilis* (bloch), *Clarias batrachus* (Linnaeus) and *Clarias gariepinus* (Burvhill). *Aquaculture Research*, 34:1247-1253.
- Vanhaecke, P., De Vrieze, L., Tackaert, W., and Sorgeloos, P., (1990). The use of decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia* as direct food for carp *Cyprinus carpio* L. larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*. 21:257-262.
- Verhoef-Verhallen, E. (2003). Εγκυκλοπαίδεια του Ενωδρείου, Εκδόσεις Καρακατσώγλου σσ 255.

- Verreth, J., (1994). Nutrition and related ontogenetic aspects in larvae of the African catfish *Clarias gariepinus*. DSc thesis, Department of Fish Culture and Fisheries, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 205 p.
- Verreth, J., and Den Bieman, H., (1987). Quantitative feed requirements of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell) larvae fed with decapsulated cysts of *Artemia*. I. The effect of temperature and feeding level. *Aquaculture*. 63:251-267.
- Verreth, J., Storch, V., and Segner, H., (1987). A comparative study on the nutritional quality of decapsulated *Artemia* cysts, microencapsulated egg diets and enriched dry feeds for *Clarias gariepinus* (Burchell) larvae. *Aquaculture*. 63:269-282.
- Vlachos, N., Mente, E., Hotos, G.N., Kormas, K., Tzoganis, C., Psfakis, P., and Neofitou, C (2008). Effect of food supply on the growth rate of the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus* (Pisces Ciclidae) in aquariums. 4th International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management Athens, Grece, November 21-22, 2008.
- Vlachos, N., Mente, E., Hotos, G.N., Kormas, K., Karapanagiotidis, I.T., Psfakis, P., and Neofitou, C., (2008). Nutritional physiology of ornamental fishes. XIII-International Symposium on Fish Nutrition and feeding. Florianopolis, June 1 to 5, 2008-Brazil. P52.
- Vlahos, N., Hotos, G. & Kapetanios, N. (2004). The effect of temperature on the conditioning of the filter bed in aquaria. 2nd International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management. Athens 18-19 June 2004.
- Walker, R. L., Hurley, D. H., and Kupfer, R., (1998). Growth and survival of Atlantic surfclam, *Spisula solidissima*, larvae and juveniles fed various microalgal diets. *Journal of Shellfish Research*. 17:211-214.
- Wang, K., Takeuchi, T., and Watanabe, T., (1985). Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. *B.Jpn.Soc.Sci.Fish.* 51:133-140.
- Watanabe, T. (2002). Strategies for future development of aquatic feeds. *Fisheries Science*, 68:242-253.

- Wilson, R.P., (2002). Amino acids and Proteins. In: Halver, J.E and Hardy, R.W (Eds). Fish nutrition. 3ed. Orlando: Academic Press, 2002.p.144-179.
- Wootton, R. J. (1982). Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. Symp. zool. SOC. Lond. 44: 133-159.
- Wyman, R.L., and Ward, J.A., (1973). The development of behavior in the cichlid fish *Etropus maculatus* (Bloch). Z.Tierpsychol., 33:461-491.
- Yamamoto, M.N. and Tagawa, W. A. (2000). Hawaii's native and exotic freshwater animals. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii. 200 p.
- Yamamoto, T., Shima, T., Furuitah., Sugita, T., Suzuki, N., (2007). Effect of feeding time, water temperature, feeding frequency and dietary composition on apparent nutrient digestibility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and common carp *Cyprinus carpio*. Fisheries Science, 73:161-170.
- Yanong, P.E.R. (1996). Reproductive management of fresh water Ornamental fish. Seminars in Avian and Exotic pet medicine, 5(4):222-235.
- Zakes, Z., Kowalska, A., Czerniak, S., Domska-Zakes, K., (2006a). Effect of feeding frequency on the growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). Czech Journal of Animal Science, 51(2):85-91.
- Zoran, J.M. and Ward, A.J. (1983). Parental care behavior and fanning activity for the orange chromide, *Etropus maculatus*. Env. Biol.Fish. 8(3-4):301-310.
- Zuanon, J.A.S., Salaro, A.L., Balbino, E.M., Saaiva, A., Quadros, M., Fontanari, R.M., (2006). De protein bruta em dietas para alevinos de acara bandeira. R. Bras.Zootec., 35(5):1893-1896.
- Zworykin, D.D., (2011). Effect of Predator Presence on Parental Behavior of Convict Cichlid *Amatitlania nigrofasciata* (Perciformes, Cichlidae). Journal of Ichthyology, 2011, 51(1):116–121.
- Zworykin, D.D., Budaev, S.V., and Mochek, A.D., (2000). Does Parental Fin Digging Improve Feeding Opportunities for Offspring in the Convict Cichlid,. Environ.Biol. Fish, 57(4): 443–449.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βλάχος, Ν., (2008). Καλλιέργειες Διακοσμητικών ψαριών, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, σς351.
- Ζέρβας,Γ., Καλαισάκη,Π., Φεγγερού, Κ., (2000).Διατροφή αγροτικών Ζώων. Εκδόσεις Σταμούλη, 2000, σς 325.
- Καραλάζος, Β.,(2008). Διατροφή Υδρόβιων ζωικών Οργανισμών. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, σς126.
- Παπουτσόγλου, Σ.Ε., (2008). Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Πανταζής, Π., (2010). Διατροφή Υδρόβιων Εκτρεφόμενων Ειδών. Σημειώσεις Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Υδατοκαλλιέργειες»
- Ρέμμας, Δ., και Τσιρίνης, Σ., (2011). Διαχείριση μιας τυπικής μονάδας Καλλιέργειας Διακοσμητικών ψαριών σε ενυδρεία αλμυρού και γλυκού νερού. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Υδατοκαλλιεργειών & Αλιευτικής Διαχείρισης, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

www.wikipedia.org

www.aquatk.com

www.cretaquarium.gr